Quaderni di informatica 24

assegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici – Anno XI - Numero 1 - 1985

ARCHIVIO STORICO
ASSOCIAZIONE POZZO DI MIELE
FPDM-69
RQDI-122

Honeywell
Honeywell Information Systems Italia

Quaderni di informatica

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici

Anno XI - Numero 1 - 1985

Sommario

Qualità e informatica

(La Redazione)

Qualità: una moda o una variabile strategica?

La qualità, nella accezione estesa che oggi viene data del termine, è un tema che si è imposto all'attenzione del mondo aziendale. Si tratta di una moda più o meno fugace oppure di un vero e proprio orientamento culturale destinato a durare? Tutta una serie di considerazioni fanno propendere per la seconda ipotesi.

E. Stanghellini

Un approccio dinamico al sistema di qualità

La "qualità globale" implica il coinvolgimento dell'azienda in ogni suo settore e richiede l'adeguamento dinamico degli opportuni strumenti organizzativi. L'autore illustra questi concetti, con riferimento ad un effettivo progetto in fase di attuazione.

G. Mattana

La qualità dell'hardware: come valutare il progetto

Fare un buon prodotto hardware significa anzitutto fare un buon progetto. Ma mentre esistono modi ormai standard per misurare la qualità di un prodotto finito, non altrettanto può dirsi della qualità del progetto. L'articolo presenta una proposta metodologica su questo tema, applicata al settore degli elaboratori elettronici.

L. Orlando

La qualità del software: cos'è e come si misura

Malgrado la sua natura "impalpabile", anche per il software si deve parlare di qualità in termini oggettivi. È quanto illustra questo scritto, che costituisce la sintesi di un ampio studio sulla materia.

A. Cicu, C. Cucciati

La qualità attraverso l'informatica

I concetti della qualità si applicano alle organizzazioni industriali così come a quelle dei servizi. In entrambi i casi l'informatica gioca, in quanto strumento di razionalizzazione, un ruolo di primaria importanza.

G. Occhini

Direttore Responsabile
F. Filippazzi

Comitato di Redazione
A. Cicu, C. Falcetti, P. Lupo,
M. Nobile, G. Occhini
G. Rapelli, F. Sala

Redazione
Honeywell Information Systems Italia
Centro di Ricerca e Progettazione
20010 Pregnana Milanese (Milano)

Stampa
tipolito Maggioni s.a.s.

Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 93 del 20 Marzo 1974

«Quaderni di Informatica» ospita articoli e contributi di varia provenienza. La responsabilità delle opinioni espresse rimane agli Autori.

La riproduzione di articoli della rivista, o di parte di essi, è consentita solo citando la fonte e l'autore.

QUALITÀ E INFORMATICA

In un'epoca improntata al dominio della "quantità", la "qualità" *si è presa una secca rivincita attraverso il successo del "made in Japan". In effetti, ciò che l'esempio giapponese ha mostrato è che la qualità come criterio-guida di una organizzazione è un'idea vincente. A confronto con questa realtà, il mondo occidentale sta rivedendo criticamente le proprie posizioni; anche da noi la qualità è ormai al centro di un diffuso interesse e oggetto di un numero crescente di iniziative, da quelle di sensibilizzazione e formazione fino a veri e propri progetti di qualità globale.*

Ci sembra perciò appropriato dedicare un numero della rivista a questo tema, anche perchè l'informatica gioca certamente un ruolo fondamentale nei processi di miglioramento della qualità, in quanto tipico strumento di razionalizzazione. I primi due articoli inquadrano l'argomento nei suoi termini generali: le definizioni, le misure, gli strumenti organizzativi. I rimanenti trattano aspetti di qualità in connessione con l'informatica: il terzo e il quarto articolo trattano della qualità nella *informatica, cioè nel hardware e nel software, mentre nel quinto si parla della qualità* attraverso *l'informatica, nella produzione di beni o di servizi.*

La rivista intende proseguire questo discorso sulla qualità, nella convinzione che essa rappresenta un fattore da cui nessuna strategia aziendale potrà in futuro prescindere.

Qualità: una moda o una variabile strategica?

ETTORE STANGHELLINI
Direttore Coordinamento Qualità
Honeywell Information Systems Italia
Milano

1. Introduzione

Il tema della qualità sta suscitando un crescente interesse nel mondo imprenditoriale occidentale; sempre maggiore è infatti il numero delle aziende manifatturiere, commerciali o di servizio che lanciano "programmi di qualità"; il tema della qualità comincia a interessare l'alta direzione; anche sui quotidiani cominciano ad apparire articoli sulla qualità e la pubblicità fa sempre più leva su questo tasto.

A che cosa è dovuto questo fenomeno?

- ad una moda originata dal crescente successo dei prodotti giapponesi e destinata a passare rapidamente? oppure:
- alla scoperta di uno strumento manageriale che può determinare il successo o l'insuccesso di un prodotto o di una intera azienda?

Nelle note che seguono si cercherà di dare una risposta a queste domande.

2. Uno sguardo al passato

Prima di entrare nel vivo del problema è utile gettare uno sguardo sul passato della qualità per cercare di prevederne il futuro.

Nell'era preindustriale i beni venivano prodotti in botteghe di artigiani nelle quali l'opertore, che spesso si identificava con l'imprenditore, si assumeva personalmente la responsabilità della qualità del prodotto.

La qualità era un requisito importante per il successo ed era un motivo di orgoglio e prestigio personali; per contro l'inosservanza continuata delle esigenze del cliente poteva determinare l'espulsione dalle organizzazioni di categoria.

L'avvento della macchina a vapore diede luogo ad un sensibile aumento della produzione che originò spesso la rottura del binomio operatore-imprenditore, ma la qualità restò un valore importante che rimase di responsabilità primaria dell'operatore e indirettamente dell'imprenditore.

All'inizio di questo secolo con l'avvento della produzione in serie si rendono disponibili beni a basso costo ed alla portata di un grandissimo numero di compratori. Essa si basa su uno spezzettamento del lavoro e sul raggruppamento degli operatori che svolgono attività simili; la quantità diventa l'obiettivo più importante dell'azienda e viene premiata anche con incentivi monetari, mentre la qualità viene retrocessa ad un valore secondario.

La conseguenza immediata è un peggioramento della qualità al punto che "produzione in serie" diventa sinonimo di cattiva qualità

Durante la prima guerra mondiale si sente la necessità di migliorare la qualità e si decide di sottrarre la qualità alla responsabilità del capo reparto, creando la figura dell'ispettore responsabile della qualità del prodotto. Questa innovazione porta a benefici modesti perché le direzioni aziendali privilegiano sempre la quantità rispetto alla qualità ed inoltre questa decisione sancisce tacitamente il principio che la qualità non è responsabilità di chi opera, ma esiste un ente a valle di chi produce, responsabile della separazione dei prodotti buoni da quelli difettosi; la qualità diventa cioè sinonimo di filtro per eliminare i prodotti difettosi.

Arriviamo alla seconda guerra mondiale durante la quale la necessità di produzioni sempre più massicce si associa alle conseguenze gravissime che può avere la mancanza di qualità nella produzione bellica; nasce quindi la necessità di controlli sempre più stringenti e quindi sempre più costosi e lunghi. Per risolvere questi due problemi nasce il controllo statistico cioè l'applicazione dei metodi probabilistici allo svolgimento dei controlli e dei collaudi. Questa innovazione rappresenta un notevole progresso ai fini del miglioramento della qualità dei prodotti, ma resta un miglioramento metodologico che consente di effettuare controlli severi a costi più bassi; lascia però inalterato il principio che la responsabilità della qualità non è di chi produce, ma di un ente esterno.

Solo nel dopo guerra comincia a farsi strada un concetto nuovo: non si accetta più il principio di realizzare la qualità attraverso la selezione dei beni prodotti, ma si cerca di garantire che il processo produttivo non generi prodotti o servizi difettosi; siamo arrivati alla qualità attraverso il "controllo del processo".

Questo è il primo reale passo avanti concettuale della qualità perchè si ritorna al principio che la vera qualità si ottiene solo cercando di realizzare prodotti di qualità e non separando i prodotti buoni da quelli cattivi.

Siamo ormai arrivati ai giorni nostri. Quale sarà il capitolo successivo di questa storia?

Molte aziende, soprattutto giapponesi, hanno già cominciato a scriverlo; lo hanno chiamato con nomi diversi: "Quality Management", "Company-Wide Quality Control", "Total Quality Control" ma il significato è lo stesso: l'allargamento del concetto di qualità alla gestione di tutta l'azienda ed il ritorno della sua responsabilità alla giusta sede e cioè nel binomio imprenditore - operatore.

Una rapida sintesi della storia della qualità è illustrata in fig. 1.

3. Il cambiamento delle priorità degli utenti

Gli anni '70 sono stati sia nel settore dei beni durevoli sia in quelli di consumo che nei servizi, anni di grossi cambiamenti di priorità degli utenti. Nel settore automobilistico, ad esempio, secondo una indagine condotta da produttori di autovettura degli U.S.A., agli inizi degli anni '70 lo "styling" era il primo tra i requisiti degli utenti; l'avvento della crisi petrolifera ha modificato le priorità e portato al primo posto nelle preferenze degli utilizzatori il basso consumo; in entrambe le graduatorie la qualità non compariva tra i primi cinque requisiti di una autovettura. La stessa indagine ha rivelato che agli inizi del 1980 la qualità era balzata al primo posto nelle preferenze degli utenti.

Anche in altri settori si è manifestato un cambiamento simile; ad esempio nell'informatica agli inizi degli anni '70 le prestazioni erano uno degli obiettivi prioritari degli utenti;

Nel corso degli anni successivi l'utilizzazione sempre più estesa dell'elaboratore in "tempo reale" e l'apertura dell'informatica ad utenti sempre meno preparati ad interventi anche modesti ha portato gli utenti a richiedere livelli di qualità sempre più elevati.

Negli stessi anni anche nel settore dei servizi il concetto di qualità, sconosciuto prima del '70, ha cominciato ad essere preso seriamente in esame.

Gli anni 70 hanno quindi visto riemergere il valore della qualità come uno degli elementi di successo dei prodotti e dei produttori. Per cercare di prevedere se questo fenomeno è destinato a durare cerchiamo di capire quali sono state le cause che lo hanno originato per verificare se esse potranno durare nel tempo o se sono destinate ad una rapida scomparsa.

- **Inflazione e alto costo del denaro.**
  Associati ad una riduzione del potere reale di acquisto di molte categorie, hanno spinto motli utenti a privilegiare quei prodotti che garantivano un corretto funzionamento nel tempo (affidabilità).
- **Aumento dei costi di manutenzione e di riparazione.**
  Ha reso sempre più rilevante il "costo del possesso" rispetto al "costo di acquisto" ed ha quindi spinto gli utenti verso quei prodotti che garantivano il minimo di interventi di manutenzione e riparazione (manutenibilità).
- **Maggiore potere delle associazioni di utenti.**
  Anche se questo fenomeno è appena agli inizi in Italia, in altri paesi, ad esempio nel nord dell'Europa e negli USA, esistono associazioni di utilizzatori e/o di consumatori che possono orientare le preferenze degli utenti ed esercitare notevoli pressioni sui produttori; è inutile aggiungere che queste associazioni spingono verso prodotti di qualità più elevata a parità di costi.
- **Maggiore salvaguardia legale degli utenti.**
  Anche questo fenomeno si sta rapidamente diffondendo attraverso l'emissione di norme di salvaguardia dell'utente, il mancato rispetto delle quali può arrivare a impedire la commercializzazione dei prodotti.

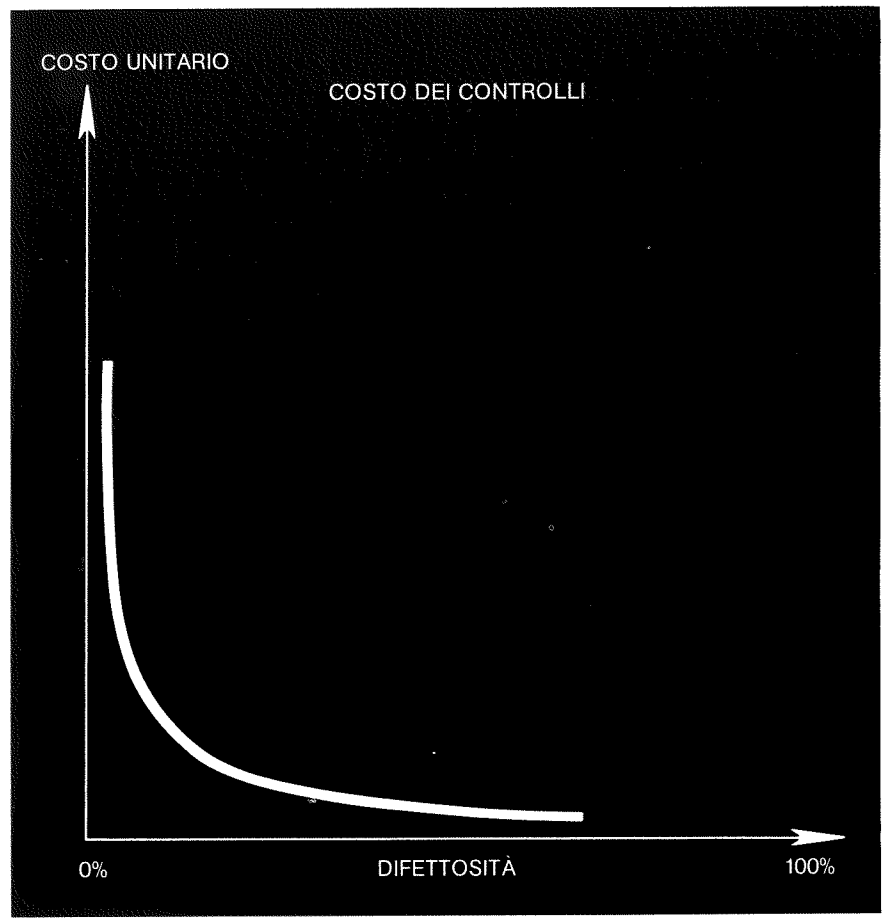
In aggiunta a questi fenomeni che riguardano gli utenti, due altri elementi hanno determinato l'emergere del valore qualità:

- l'avvento di produttori, soprattutto giapponesi, che hanno fatto della qualità una bandiera dietro la quale hanno invaso i mercati europei e americani, determinando la crisi di interi settori tecnologici del mondo occidentale.
- l'enorme differenza del ritmo di crescita della produttività del mondo occidentale rispetto a

	CHI INTERESSA	CHI NE È RESPONSABILE
'800	Tutte le attività	Imprenditore = operatore
fine '800	Il reparto di produzione	Capo reparto
~ 1919	Il collaudo finale	Ispettore
~ 1940	L'intera attività di fabbricazione	Controllo di produzione
~ 1960	Progetto e produzione	Qualità di progetto Controllo di produzione
~ 1980	Tutte le attività inclusi i servizi	La direzione generale Tutti i dipendenti

Fig. 1 - L'evoluzione della qualità nel tempo.

Fig. 2 - Il costo dei controlli cresce rapidamente con la riduzione del tasso di difettosità.



quello giaponese. Anche in questo settore la qualità gioca un ruolo determinante perché la causa più importante di improduttività è il rifacimento dei lavori di scarsa qualità, operazione che ha costi sempre molto più elevati di quelli che si avrebbero facendo bene le cose la prima volta.

Tutte le ragioni sopra elencate indicano che certamente la spinta verso un miglioramento della qualità non è destinata ad attenuarsi, ma continuerà almeno per tutti gli anni '80 ed anche quando questa spinta si attenuerà, i concetti della qualità saranno notevolmente diversi da quelli precedenti.

Questa previsione, oltre ad essere confermata dalle esperienze già fatte in altri paesi, è anche suffragata dagli studi effettuati da istituti di ricerca. Ad esempio agli inizi degli anni '80 l'istituto di pianificazione strategica di Cambridge (Massachusset) concludeva uno studio sugli aspetti strategici della qualità con le seguenti osservazioni:

- l'offerta di prodotti di alta qualità porta ad un aumento delle quote di mercato;
- la qualità migliora il ritorno sugli investimenti;
- il miglioramento della qualità porta sul lungo termine anche ad un miglioramento del profitto.

Si può perciò concludere che la qualità è una variabile strategica importante nel futuro delle aziende moderne.

4. Il costo della qualità

Uno dei best-seller dell'editoria tecnica dell'inizio degli anni '80 è stato il libro "Quality is free" di P.M. Crosby: " La qualità non costa" - afferma l'autore - "quello che costa è il non avere fatto bene le cose sin dall'inizio".

Questa affermazione può sembrare provocatoria, ma è profondamente vera se si considerano chiaramente tutti gli elementi in gioco.

Prima di entrare in merito a questa affermazione sarà opportuno riassumere brevemente alcuni concetti fondamentali sul **"costo totale della qualità".**

Si definisce "costo totale della qualità" la somma dei costi di prevenzione, dei costi dei controlli e dei costi dei difetti.

Per **costi di prevenzione** si intendono tutti i costi sostenuti per prevenire l'insorgere dei difetti; sono quindi costi che si sostengono in generale prima di iniziare l'attività cui essi si riferiscono. Esempi di questi costi sono la formazione dei dipendenti, la valutazione dei fornitori, la pianificazione della qualità, ecc...

I **costi dei controlli** sono quelli sostenuti per separare i prodotti/servizi buoni da quelli difettosi. Esempi di questi costi sono il controllo arrivi delle merci, il controllo attrezzi, il controllo degli ordini o delle fatture, ecc.

In figura 2 è mostrato l'andamento del costo del controllo per unità di prodotto in funzione della difettosità, una volta che sia fissato il processo produttivo.

È abbastanza intuitivo riconoscere che i costi dei controlli salgono esponenzialmente con la riduzione della difettosità.

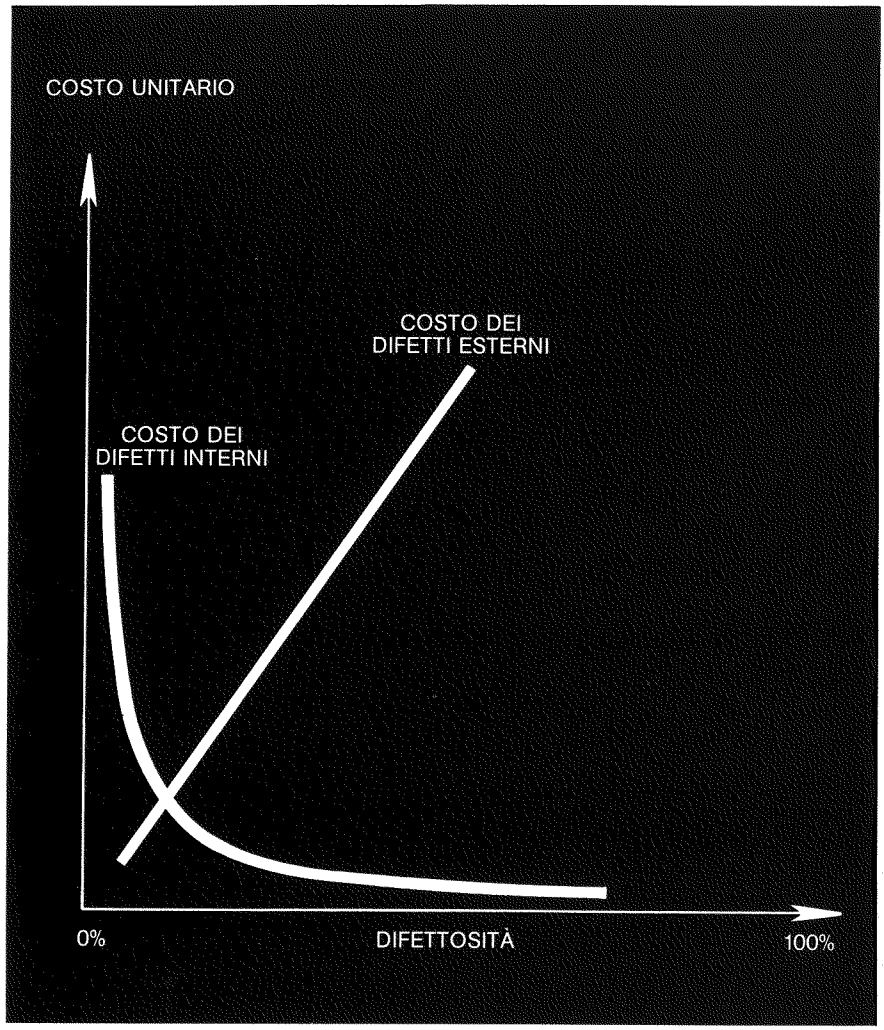


Fig. 3 - Il costo dei difetti. Si distinguono costi dei difetti "interni", sostenuti per correggere i difetti prima che il prodotto/servizio vada presso il cliente, e costi dei difetti "esterni", che sono quelli sostenuti dopo che il prodotto/servizio è presso il cliente.

I **costi dei difetti** sono quelli sostenuti per riparare o sostituire i prodotti difettosi. Essi si suddividono ulteriormente in costi dei **difetti interni,** che sono quelli sostenuti per correggere i difetti prima che il prodotto/servizio vada presso il cliente, e in costi dei **difetti esterni,** che sono quelli sostenuti per correggere i difetti dopo che il prodotto/servizio è presso il cliente. Questi tipi di costi sono rappresentati in figura 3.

Anche in queste due categorie di costi è facile prevedere l'andamento; i costi dei difetti interni aumentano al ridursi della difettosità del prodotto; i costi dei difetti esterni decrescono in modo pressoché lineare al ridursi dei difetti che il sistema lascia passare.

Il costo totale della qualità, essendo la somma di funzioni crescenti e decrescenti non lineari, è evidentemente una curva con un minimo, come è mostrato in figura 4.

L'esame della figura 4 suggerisce alcune considerazioni:

1. L'ottimizzazione dei costi totali della qualità **non** coincide mai con l'ottimizzazione dei costi parziali. Questo fatto, ovvio dal punto di vista matematico, è trascurato in pratica; infatti spesso succede che le varie componenti dei costi sono responsabilità di diverse funzioni aziendali le quali spesso si preoccupano di ottimizzare i propri costi e non quelli totali.
2. La curva della qualità totale può essere divisa in tre zone: la zona ottimale dove i costi hanno variazione modeste al variare della difettosità; la zona a destra del minimo dove ad una riduzione della difettosità si associa una riduzione dei costi. Esiste infine una zona così detta di perfezionismo, in cui a modesti miglioramenti della qualità corrispondono sensibili aumenti dei costi.
3. Ulteriori miglioramenti dei costi si possono ottenere aumentando i costi di prevenzione. Quest'ultimo è forse uno dei messaggi più importanti che deve essere recepito tempestivamente perché, come dice la parola, questi costi si sostengono prima di avviare la produzione del bene/servizio in esame.

Le osservazioni sin qui fatte sono abbastanza ovvie anche se non sempre applicate; meno ovvia e nota è l'entità delle cifre in gioco. Una delle prime aziende del mondo occidentale a lanciare programmi di qualità, è giunta alla conclusione che il 20% del fatturato, il 40% dello spazio, il 25% delle persone, il 70% degli inventari possono essere attribuiti alla gestione della qualità.

P. Crosby nel libro citato individua tra il 15% ed il 25% del fatturato il costo totale della qualità, dove le percentuali più alte si riferiscono alle aziende tecnologicamente più avan-

zate e meno progredite sulla qualità, cioè alle aziende nelle quali prevalgono i costi di correzione. L'autore aggiunge anche che con una corretta gestione della qualità i costi totali della qualità possono essere dimezzati e cioè si può arrivare ad un risparmio dell'ordine del 10% del fatturato.

Forse le percentuali del costo totale della qualità rispetto al fatturato potranno sembrare a qualcuno esagerate, ma questi dubbi possono essere facilmente dissipati se si tiene conto di tutti i costi della qualità elencati in modo pittoresco, ma efficace in fig. 5.

Di fronte a percentuali così rilevanti viene logico domandarsi quale è la ragione per la quale sino ad ora le direzioni aziendali hanno posto così poca attenzione ad un settore nel quale sono coinvolte cifre così elevate. Una delle ragioni sta probabilmente nei sistemi di rilevazione dei costi che sono in genere orientati a fornire i costi per linea di prodotto o per settore aziendale, ma solo raramente raggruppano insieme i costi di qualità indipendentemente dalla loro provenienza. Questi costi si disperdono tra numerose "voci di costo" ripartite tra differenti funzioni aziendali senza che se ne possa avere una visione globale. Un utile esercizio per verificare quale è il livello di maturità sulla qualità in un'azienda è di chiedere se sono noti i costi della qualità; se la risposta è negativa è molto probabile che questi siano elevati ed esistano ampi margini per il miglioramento.

5. Il nuovo ruolo della qualità

Se il peso economico della qualità non fosse sufficiente da solo a giustificare il coinvolgimento attivo della direzione, altre ragioni si aggiungono, la prima delle quali discende da una concezione moderna della qualità.

Non si intende qui fare delle disquisizioni sulla definizione di qualità, ma forse è necessario chiarire che cosa si intende per concezione moderna della qualità.

Citeremo alcune delle definizioni più correnti:

- Rispondenza all'uso [1].
- Conformità con i requisiti [2].
- La totalità delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che lo mettono in grado di soddisfare determinati bisogni [3].
- L'insieme delle strutture organizzative, responsabilità, procedure, attività, capacità, risorse che garantiscono che i prodotti, processi e servizi rispondano ai requisiti [4].

Tutte queste definizioni mostrano un buon accordo nel legare la qualità al soddisfacimento di requisiti.
È opportuno rilevare che "i requisiti" non coincidono con "le specifiche", che sono l'interpretazione che una struttura aziendale fornisce dei requisiti dell'utente; nè d'altra parte i requisiti vanno confusi con i generici desideri degli utenti. I requisiti di cui si parla sono l'insieme delle prestazioni che una determinata "classe di utenti" richiede per un determinato prezzo.

Qualità è quindi il soddisfacimento dei requisiti di una determinata classe di utenti; da questa semplice definizione conseguono alcuni imporanti corollari:

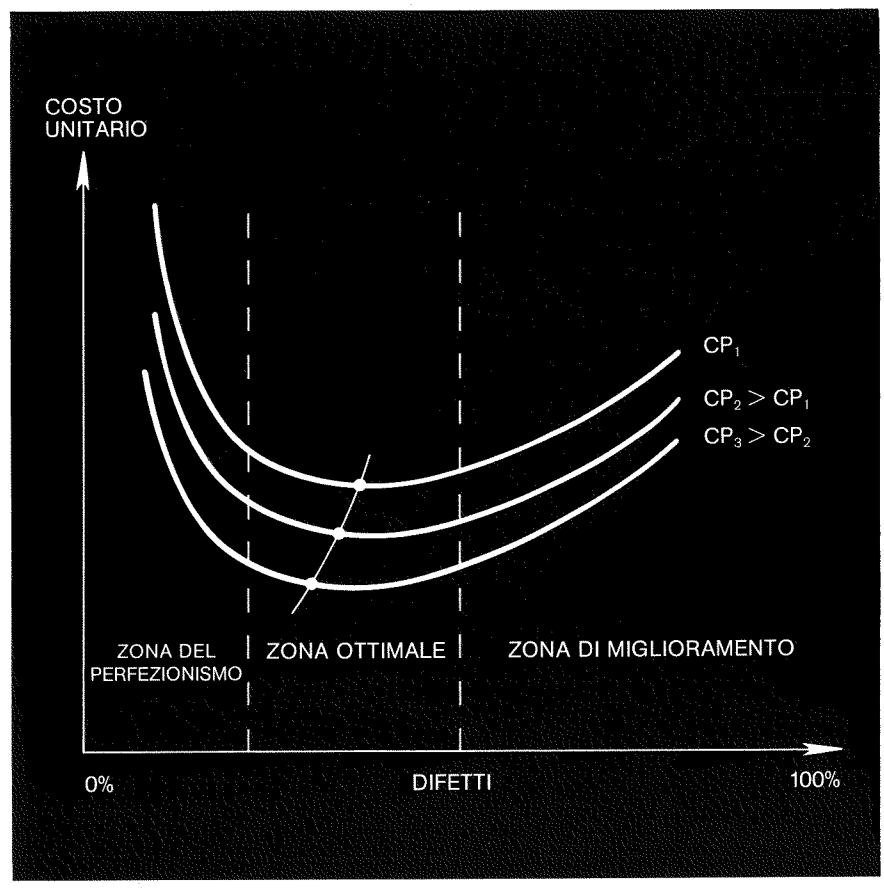


Fig. 4 - Il costo totale della qualità presenta una zona ottimale, dove i costi hanno variazioni modeste al variare della difettosità, una zona di possibile miglioramento ed una di "perfezionismo" (in cui, cioè, a modesti miglioramenti della qualità corrispondono sensibili aumenti dei costi).
(CP = Costo di Prevenzione)

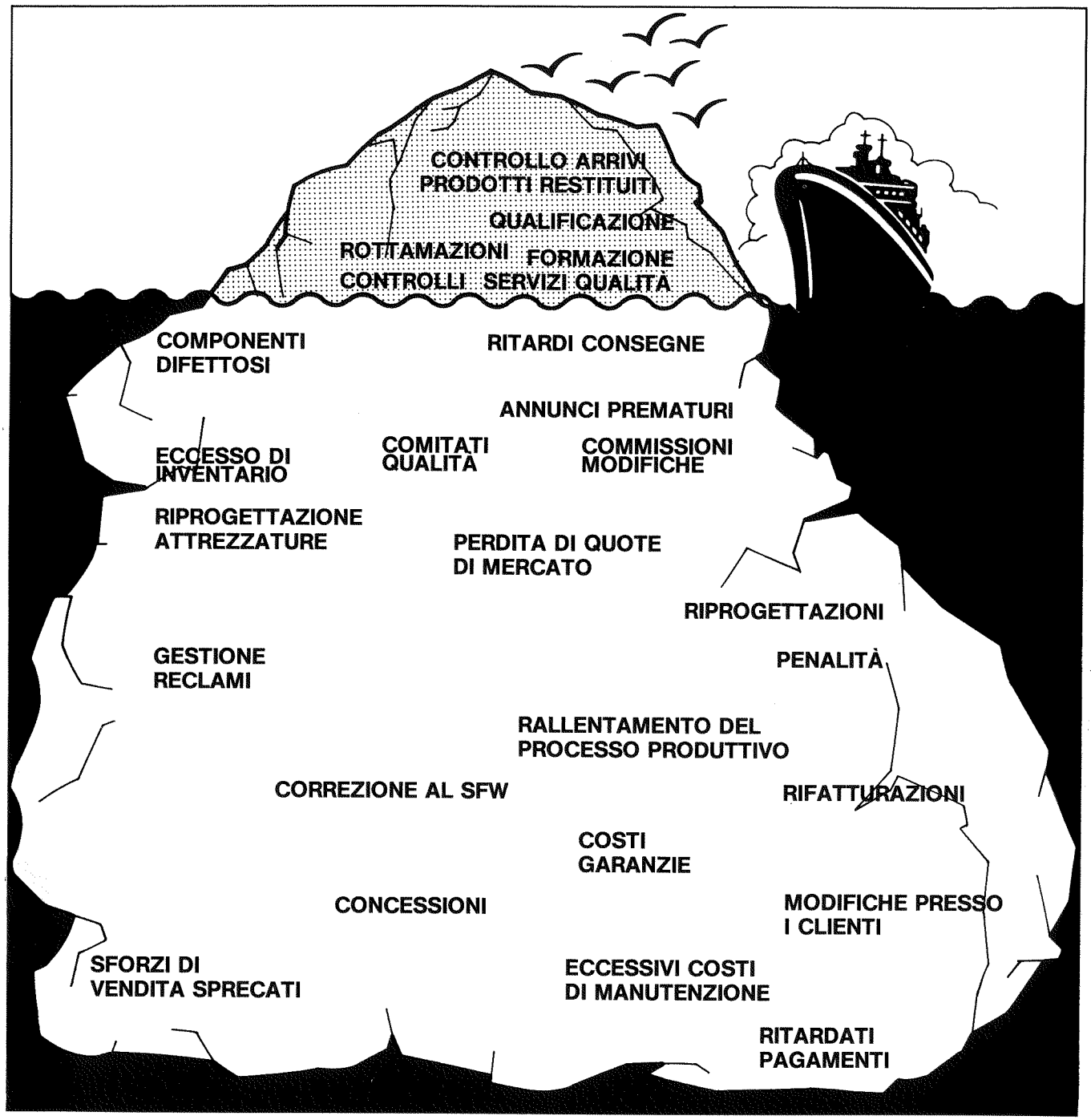


Fig. 5 - I costi imputabili alla mancanza di qualità sono di solito molto maggiori di quanto non sia percepito nelle aziende. Essi costituiscono cioè un "iceberg" di cui si vede la punta, ma la cui enorme massa è nascosta.

- il giudizio finale sulla qualità viene dato dall'utente e non da una organizzazione aziendale;
- il concetto di qualità non si applica solo ai prodotti e servizi bensì all'insieme di tutti gli elementi che determinano la soddisfazione dell'utente;
- la qualità non interessa solo le aziende manifatturiere bensì tutte le attività, dal commercio alla sanità, dalle banche al turismo.

Dopo questa premessa si va delineando in modo più chiaro il nuovo ruolo della qualità. Esso è riassunto nella figura 6, che presenta un confronto tra l'approccio tradizionale della qualità e quello moderno, per diverse attività o ruoli aziendali.

6. Il concetto di qualità nei servizi

Nelle società industrializzate dove esiste una larga disponibilità di prodotti alcuni dei quali si differenziano

relativamente di poco dal punto di vista tecnologico, sta diventando sempre più importante, per il successo di una azienda, l'insieme delle attività associate al prodotto quali ad esempio le condizioni di fornitura, le garanzie, l'assistenza, la disponibilità delle parti di ricambio, la documentazione ecc. Esempi significativi di queste categorie sono prodotti tecnologicamente poveri nei quali le materie prime ed il processo produttivo sono quasi uguali per tutti i fornitori (ad esempio la benzina, alcune materie plastiche, i detersivi, ecc.).

Il caso limite della prevalenza del "servizio" sul "prodotto" è rappresentato delle "attività di servizio", nelle quali la fornitura non contempla in modo prevalente il passaggio di proprietà di un oggetto fisico (ad esempio la fornitura l'energia elettrica, le banche, i trasporti, il telefono, la sanità, ecc.). Nei paesi industrializzati l'insieme delle attività di servizio come sopra definite rappresenta in termini di fatturato più del 50% degli scambi, con un ritmo di crescita rapidissimo.

È quindi logico chiedersi se e come i concetti di qualità illustrati nei paragrafi precedenti siano applicabili anche alle attività di servizio e alle aziende che li offrono.

La risposta alla prima domanda e ovvia: è sufficiente ricordare che abbiamo definito la qualità come il livello di conformità della prestazione ai requisiti, senza porre dei limiti alla natura dei requisiti, che possono perciò riguardare sia prodotti che servizi. È quindi evidente che i concetti di qualità esposti nei paragrafi precedenti si possono e debbono estendere anche alle attività di servizio.

Prima di rispondere alla seconda domanda, relativa al "come" applicare i concetti di qualità alle attività di servizio, è opportuno considerare le differenze che esistono tra la fornitura di prodotti e quella dei servizi.

Una prima differenza sta nel fatto che molto spesso i servizi sono forniti direttamente all'utente finale senza intermediari (ad esempio energia elettrica, telefono, banche turismo, ecc.) e questo fatto dovrebbe facilitare notevolmente la conoscenza dei requisiti degli utenti e porre le premesse per un migliore livello di qualità.

Un'altra differenza risiede nel fatto che nelle attività di servizio manca generalmente una struttura aziendale dedicata a pieno tempo ad affrontare i problemi di qualità. Questo fatto rende più promettenti le prospettive aperte dalla estensione della applicazione dei concetti di qualità alle attività di servizio.

Un'ulteriore importante differenza tra le attività manifatturiere e quelle di servizio è che l'automazione nelle prime è molto più avanzata che nelle seconde e quindi il livello di qualità delle attività di servizio è molto piu dipendente dal fattore umano.

	APPROCCIO TRADIZIONALE	NUOVO APPROCCIO
FORNITORI	• Rapporto conflittuale e priorità ai prezzi • Controllo arrivi stringente • Acquisto per lotti	• Collaborazione col fornitore • Lavoro in team • La qualità è garantita dal fornitore • Controllo arrivi minimizzato • Inventari minimizzati
PROGETTAZIONE PRODUZIONE	• Ruoli separati e spesso conflittuali • Priorità ai costi iniziali • Priorità alle scadenze • Separazione della responsabilità della qualità	• Integrazioni delle funzioni • Responsabilità congiunte sulla qualità • "Costi" totali" e non solo iniziali • Qualità a parità di rango con le scadenze ed i costi del prodotto.
RESPONSABILITÀ DELLA QUALITÀ	• Organizzazioni della qualità di progetto e fabbrica	• Ogni settore aziendale
QUALITÀ ASSICURATA DA	• Controlli • Correzioni	• Prevenzione dei difetti
COSTI DELLA QUALITÀ	• Ignoti	• Punto di partenza delle azioni di miglioramento

Fig. 6 - La qualità nella concezione tradizionale e nella nuova ottica.

Un'ultima differenza risiede nel fatto che anche nei paesi ad economia di mercato alcuni servizi sono gestiti in regime monopolistico (ad esempio assistenza sanitaria, energia elettrica, pensioni ecc.) e quindi risentono in misura minore della conseguenza di una qualità non adeguata, in quanto l'utente non ha la possibilità di scelte alternative. Anche se questa ultima considerazione ci porterebbe a concludere che i moderni concetti di qualità non sono applicabili a questo tipo di servizi, sarebbe un grave errore giungere a questa conclusione. L'unica reale differenza nei costi della non qualità tra servizi gestiti in regime monopolistico o in regime di economia libera sta nel tipo di moneta e nel tempo in cui vengono pagati i costi della non qualità. Infatti una scarsa qualità delle attività sopra descritte non si paga in danaro bensì in termini di "costi sociali". Non è questa la sede per discutere questo tema, ma a nessuno può sfuggire quali sono le drammatiche conseguenze della scarsa qualità di questa classe di servizi.

Tutte le considerazioni precedenti ci portano a concludere che esiste ampio spazio di applicazione dei concetti di qualità nelle attività di servizio; anzi, lo scarso impegno dedicato dalle aziende operanti nel settore dei servizi al tema della qualità rende più promettenti i risultati che si possono conseguire.

Ritornando ora a come si possano applicare alle attività di servizio i concetti moderni di qualità, si può osservare che in linea di massima i criteri generali validi per i prodotti valgono identicamente per i servizi.

In particolare il primo criterio è la conoscenza dei requisiti dell'utente; infatti se qualità è conformità con i requisiti, non può esserci qualità senza la conoscenza delle esigenze dell'utente. Questa affermazione può far sorridere per la sua ovvietà, ma meno ovvio è il fatto che le esigenze degli utenti non sono statiche ma dinamiche, e la conoscenza delle esigenze future richiede il riconoscimento di segnali premonitori che nella fase iniziale possono essere impercettibili.

Un secondo elemento chiave è rappresentato dall'attitudine a prevenire l'insorgere degli errori anziché a correggerli.

Questo aspetto del problema è responsabilità della direzione della azienda.

Infatti la prevenzione degli errori è un "modo" di operare delle persone nell'azienda che dipende direttamente dall'importanza che la direzione dà a certi comportamenti. È abbastanza ovvio che non può esistere, l'"attitudine alla prevenzione" in un'azienda che premia il "fare comunque le cose", indipendentemente dal loro livello di qualità.

Un ulteriore importante elemento è la consapevolezza che la qualità si ottiene anche nei servizi non attuando controlli severi ma realizzando la qualita dei "processi".

Questo termine utilizzato spesso in produzione, può essere applicato a qualsiasi attività aziendale se definiamo come "processo" l'insieme di attività aziendali che trasformano elementi in ingresso in elementi in uscita con l'aggiunta di "valore". Con questa definizione, ogni funzione aziendale è un processo e ciò che si vuole sottolineare è che la qualità delle attività aziendali non dipende dalla capacità di selezionare le prestazioni buone da quelle cattive bensì dalla capacità di realizzare dei processi privi di difetti. Questo principio sarà tanto più facile quanto più il processo è sottratto alla attività individuale ed è affidato a strumenti automatici.

7. Conclusione

Supponendo di avere convinto qualche lettore della bontà dei principi enunciati resta ora il problema del come applicare in pratica i principi enunciati.

È chiaro che non esistono formule adattabili a tutte le realtà, ma l'attuazione pratica dei principi della qualità totale dovrà tenere conto di alcune regole fondamentali:

- partecipazione (non accettazione) della alta direzione al rilancio della qualità;
- coerenza di comportamenti da parte di tutti i capi con i principi della qualità sopra descritti;
- priorità della prevenzione sulla correzione;
- la qualità deve coinvolgere tutte le funzioni aziendali;
- pianificazione e controllo di azioni concrete di miglioramento.

L'applicazione di queste regole deve avvenire col supporto di piccole strutture che rispondono all'alta direzione, cui spetta il compito di realizzare la sensibilizzazione dei dipendenti e di "sponsorizzare" le azioni concrete di miglioramento, che debbono rimanere responsabilità della linea operativa.

Come si vede gli ingredienti sono semplici, ma come spesso succede la differenza tra il successo e l'insuccesso di una iniziativa non risiede nel conoscere le regole, ma nella volontà di applicarle in modo serio e coerente.

8. Riferimenti bibliografici

[1] J.H. Juran, *Quality Control Handbook,* Mc Graw Hill, 1979

[2] P.B. Crosby. *Quality is free,* New American Library, N.Y., 1979

[3] European Organisation for Quality Control (EOQC), Rotterdam

[4] International Standard Organization (ISO)

NOTA - A questo articolo ha contribuito, per l'aspetto "costo della qualità", Massimo Bandi della Direzione Amministrazione e Finanza della Honeywell I.S.I. L'argomento costi verrà approfondito in un successivo articolo, con riferimento ad una esperienza concreta in corso presso l'Azienda.

Un approccio dinamico al sistema della qualità

GIOVANNI MATTANA

Telettra SpA
Direzione Qualità
Vimercate (Milano)

1. Sommario

La Qualità è oggi considerata uno dei modi di conduzione dell'Azienda; ma le forme di integrazione con gli altri sistemi di conduzione dell'Azienda non sono state ancora ben messe a fuoco e consolidate.

La memoria esamina le specificità del sistema di Qualità ritenute più tipiche e ricorrenti. Passa allora ad esaminare gli strumenti per l'interfunzionalità alla Qualità e, partendo da un caso pratico ritenuto significativo, analizza gli aspetti di struttura ed in particolare gli strumenti organizzativi ritenuti più idonei.

Esamina poi gli aspetti diacronici dell'organizzazione e la visibilità degli obiettivi di Qualità ai vari livelli, base per il sistema informativo e per il sistema delle regolazioni. Un terzo aspetto è considerato: la connessione con gli altri strumenti per l'interfunzionalità.

La Qualità viene quindi presentata come un fattore propulsivo del miglioramento aziendale da realizzarsi con specifiche attività, prima fra tutte i programmi annui di miglioramento promossi da ciascuna funzione aziendale. Si presenta quindi l'ipotesi che, nella evoluzione storica dei sistemi di Qualità, ci si stia muovendo verso nuovi sistemi che vengono definiti "dinamici". Le stesse definizioni di Qualità ne vengono influenzate e la memoria presenta uno schema di più ampia generalità.

2. Premessa

L'analisi organizzativa affonda oggi le sue radici ed affina i suoi strumenti in una varietà di discipline convergenti.

Si possono ricordare le teorie dell'organizzazione, la sociologia industriale, la sociologia dei gruppi, la sociologia generale, la psicologia sociale, la psicologia dei gruppi, la psicologia analitica, l'antropologia culturale, l'economia, la politica, la medicina sociale,...

Esse cercano di mettere a fuoco vari rapporti quali: il rapporto uomo/ambiente, uomo/macchina, gruppo/organizzazione, organizzazione/tecnologia, strategia/struttura, organizzazione/ambiente.

Si tratta di discipline che convergono verso l'obiettivo di capire la specificità individuale di ogni struttura, ma anche gli elementi di ricorrenza che garantiscono la ripetibilità e quindi anche la progettualità. Anche la Qualità partecipa a questo processo di rinnovamento pur entro le sue caratteristiche peculiari (la sua "specificità").

Troppo spesso sono stati proposti modelli sostanzialmente statici rispetto alla dinamica oggi necessaria anche per la Qualità.

Se la Qualità è oggi ritenuta uno dei modi di conduzione dell'Azienda la nuova frontiera è trovare *nuove forme di integrazione con gli altri sistemi di conduzione.* E quindi occorre considerare le peculiarità di questo sottosistema aziendale e trovare forme più avanzate di interrelazioni con gli altri sottosistemi che tagliano, a matrice, il sistema Azienda.

Emergono infatti, a nostro avviso, due problemi importanti:

- È accettato molto frequentemente l'approccio sistemico; è accettato che la Qualità sia uno dei sottosistemi dell'azienda e che quindi sia un problema del Top.
  Ma troppo spesso si dà per scontato che a questo punto il problema sia risolto. In realtà si è realizzato solo uno dei requisiti.
  A questo livello, dopo la *presenza* diventa importante la *coerenza* con gli altri sistemi di gestione e quindi si apre tutto uno spazio di invenzioni lungo varie direttrici.
- la coerenza tra l'insieme dei sottosistemi e la struttura organizzativa;
- la valutazione dell'efficacia di ciascun sottosistema;
- l'apporto propositivo, tecnico e di motivazione al miglioramento, sia di ciascun sottosistema in se, sia dell'insieme dei sottosistemi.

Si tratta di trovare gli strumenti operativi della matrice in questa trama di tessuto o se si preferisce in questa sezione di una rete di modelli.

3. Qual'è la specificità del sistema di qualità?

Il *Sistema di Qualità,* secondo la de-

Specificità del Sistema Qualità	Problemi emergenti
1. Opera sul *tempo lungo* Ha molti indicatori non quantificabili Ritorno di dati con notevole ritardo	Come sopperire?
2. È fortemente dipendente dalla *cultura* aziendale (non si improvvisa; non basta qualche fervorino!)	Cosa fare?
3. Storicamente più debole di altre funzioni aziendali	Come compensare?
4. Contiene forti aspetti di *conoscenza* - Sistema Informativo dei segnali forti - Sistema Informativo dei segnali deboli - Albero delle anomalie e analisi della loro propagazione nel sistema	Sono idonei allo scopo? Sono piazzati al livello giusto (in termini di struttura e funzionalità)? Hanno tutti i necessari collegamenti sia orizzontali che verticali?
5. Ha forti aspetti di *prevenzione* - individuazione aree critiche - addestramento	Hanno la possibilità di stimolare il miglioramento continuo?
6. Ha forti aspetti di *correzione*	Tempestività del Sistema Informativo e del Sistema Azioni Correttive (prioritarie per chi?)
7. Ha forti aspetti di *congruenza* col sistema premiante e con le motivazioni.	Come attuare questa importante congruenza?

finizione ISO, è quell'insieme di struttura organizzativa, responsabilità, procedure, attività, capacità e risorse, che garantisce che i prodotti processi e servizi rispondano ai requisiti.

Se però analizziamo molte realtà aziendali ci sembra di riscontrare alcune specificità ricorrenti, come da tabella sopra riportata.

È allora a partire da tali specificità che si apre una ricca problematica:

- quale la suddivisione ottimale in sottosistemi;
- quali i criteri per verificare la funzionalità di ciascuno;
- è idoneo a far emergere quelle anomalie di interfunzionalità che possono essere significative per l'azienda ma marginali per ogni singola funzione?;
- quale struttura organizzativa per far risalire le varianze al livello giusto;
- è complementare al vigente sistema di reporting?

4. Gli strumenti per l'interfunzionalità (in una esperienza significativa)

Si fa qui riferimento ad una significativa esperienza organizzativa acquisita nell'evoluzione di un sistema aziendale di Qualità; ci si riferisce ad una struttura organizzativa complessa, costituita da varie divisioni, accorpata in tre unità strategiche, supportata da vari organi di staff che conservano anche funzioni operative, geograficamente distribuita in numerosi stabilimenti sul territorio nazionale e avente anche non trascurabili connessioni con Società collegate esistenti in sei paesi esteri.

a) Struttura per l'interfunzionalità

Occorre esaminare come una struttura interagisce, *in un dato momento,* a fronte della Qualità.

Nel caso specifico, nell'arco di oltre vent'anni era cresciuto un sistema aziendale di Qualità, forte di numerosi strumenti operativi:

- indicatori di qualità (ed obiettivi sintetici su ciascuno) inseriti nei documenti e nel processo di pianificazione triennale/quinquennale;
- rapporto semestrale sullo stato dell'Azienda per quanto attiene alla Qualità;
- esame di tale rapporto in un "Council" a larga rappresentatività;
- obiettivi annuali per la Qualità ed Affidabilità del prodotto per ciascuna linea/sede;
- obiettivi per l'indice di "rilavorazioni" inseriti nel processo mensile di reporting;
- doppie dipendenze in produzione per favorire sia i rapporti che l'efficacia;
- varie attività di qualità nelle progettazioni;
- intense attività di qualità con i fornitori;
- rapporti costanti sulla qualità con clienti selezionati;
- programmi formali di Assicurazione Qualità;
- manuale di Qualità;
- audit di Qualità;
- sistema informativo di Qualità;
- etc.

Un esame critico di questa situazione che rappresentava il risultato di una sedimentazione di molti anni, ha mostrato che:

- era molto efficace per le voci facilmente misurabili (relative al prodotto e al processo);
- era molto meno efficace e incisivo per gli aspetti o non misurabili o attinenti alla organizzazione;
- lasciava in ombra la percezione di alcuni "segnali deboli" capaci di segnalare le varianze e aggredirle con la necessaria determinazione (in termini di strumenti organizzativi).

Una analisi critica della situazione, effettuata nell'ambito di un rilevante progetto di allargamento della *qualità globale (Qualità del prodotto*

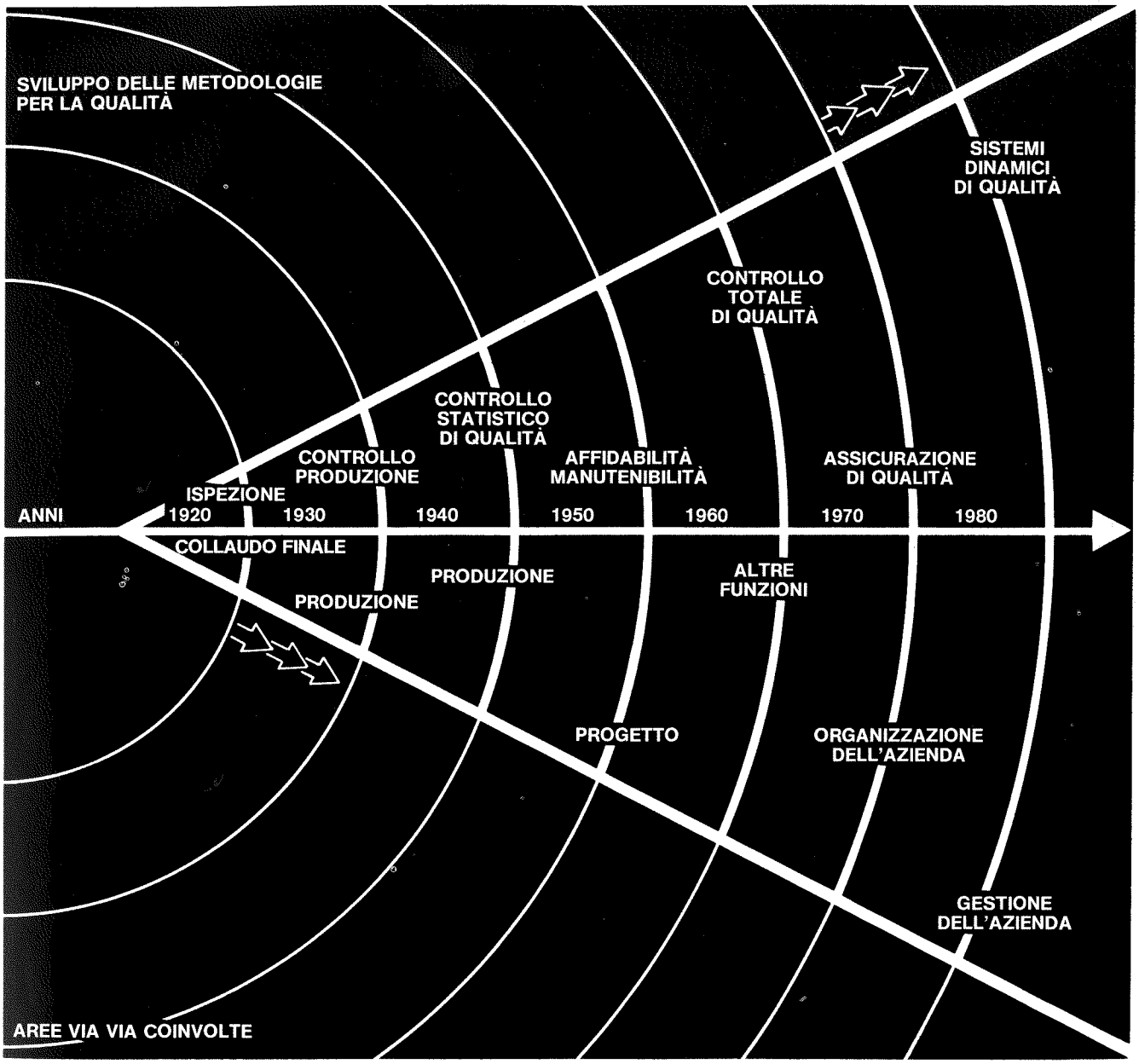


Fig. 1 - L'evoluzione delle metodologie per la Qualità dagli anni '30 agli anni '80.

più Qualità dell'organizzazione), ha così portato a istituire vari strumenti più stratificati e connessi fra loro funzionalmente proprio dalla funzione Qualità, come mostrato in fig. 1.

Questa *nuova struttura,* suscettibile di ulteriore perfezionamenti è caratterizzata da:

- divisione tra momenti funzionali e momenti interfunzionali (rafforzamento della interfunzionalità delle unità sottostanti)
- rinforzo del sistema delle azioni correttive, migliorative, preventive, *per eccezioni,* e quindi del Sistema Informativo come necessario presupposto
- rinforzo degli aspetti di Qualità sia entro la linea gerarchica che nella matrice organizzativa
- incontri sistematici e frequenti su temi qualitativi entro ogni livello.

Essa ha portato a:

- coprire degli spazi che gli altri sistemi di conduzione aziendale lasciavano in ombra e individuare nuove aree di intervento
- toccare con mano come i problemi di qualità siano importanti *indicatori dello stato di salute* di una organizzazione oltre che un importante *collante dell'interfunzionalità*
- mostrare che la *funzione qualità può giocare un ruolo di importante collante aziendale*
- favorire in pratica la diffusione di una più *profonda cultura* di cui l'atteggiamento cliente-fornitore entro l'azienda è un aspetto importante (che trova suoi nuovi strumenti operativi...)

b) Esame diacronico della interfunzionalità

Il triangolo visto precedentemente

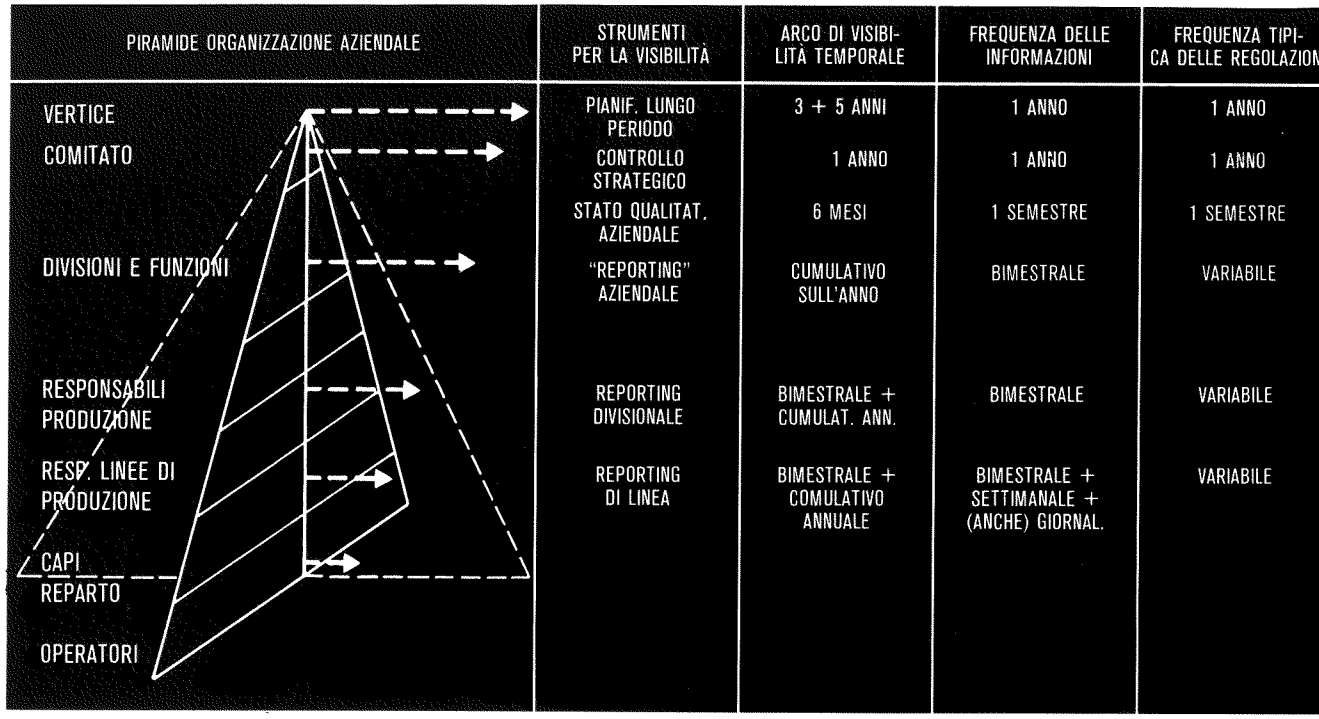


Fig. 2 - Sistema di Qualità: visibilità temporale ai vari livelli. Strumenti operativi e relativa frequenza delle informazioni e delle regolazioni.

può essere fatto ruotare di 90° per esaminare le interconnessioni verso tempo, e ciò sia in termini di visibilità dei traguardi e dei risultati, sia in termini di segnali informativi e segnali correttori (fig. 2).
Come si può agevolmente vedere, tra gli strumenti adottati per l'interfunzionalità:

- quello della pianificazione ha la massima visibilità ponendo obiettivi triennali e verifiche annuali;
- quello del budget e sistema di reporting ha visibilità annuali e verifiche bimestrali;
- ogni stabilimento/linea di prodotto ha prime verifiche bimestrali ma tende a muoversi verso verifiche settimanali o giornaliere (sugli aspetti che lo permettono);
- gli andamenti non quantitativi e/o di trend vengono esaminati ogni 6 mesi con ciascuna funzione;
- i fatti più importanti o le anomalie più significative sono fatti risalire con frequenza circa mensile ai Comitati di Unità Strategica;
- le linee di tendenza sono coordinate periodicamente dal Comitato Direttivo per l'Azienda;
- e soprattutto è *la carica progettuale dell'intero Sistema di Qualità che viene potentemente potenziata.*

c) La connessione con gli altri strumenti per l'interfunzionalità

In un sistema di Qualità si dà normalmente per scontato che sussistano stretti rapporti con Approvvigionamenti, Marketing, etc.

Ma ci sono altri strumenti per l'interfunzionalità che sono "orizzontali" e particolarmente importanti:

- la pianificazione strategica ed operativa
- il sistema di "Reporting"
- la formazione
- la valutazione delle prestazioni (MBO).

Nell'esperienza citata si sono ottenuti significativi risultati di:

- reciproco rinforzo
- aumento della coerenza interna

tra questi punti di incrocio della matrice.

L'insieme dei mutamenti sopra descritti riconducibili al Progetto citato, ha evidenziato come il miglioramento della interfunzionalità finalizzata alla Qualità sia un momento essenziale del miglioramento continuo della funzionalità delle Aziende.

5. La qualità come fattore propulsivo del miglioramento aziendale

La tensione al miglioramento che è stata mortificata da noi da lustri di cultura della disaffezione, di cultura della ricerca della "vita" fuori dell'impresa... si rivela oggi come uno dei fattori principali per rispondere alla sfida della competitività ma anche a quello della qualità sul lavoro.

Per *tutti* i livelli!

Come innescare questo processo di tensione al miglioramento continuo, come dargli un *carattere progressivo* sia *in estensione* (coinvolgimento via via di un numero sempre maggiore di enti, funzioni, persone) sia in *intensità?* (Con obiettivi sempre maggiori, con impegno sempre maggiore, con trasparenza sempre maggiore, con partecipazione propositiva e creativa sempre maggiore).

Nell'esperienza sopra citata questo è stato forse il risultato più vistoso: esisteva una *risorsa potenziale* enor-

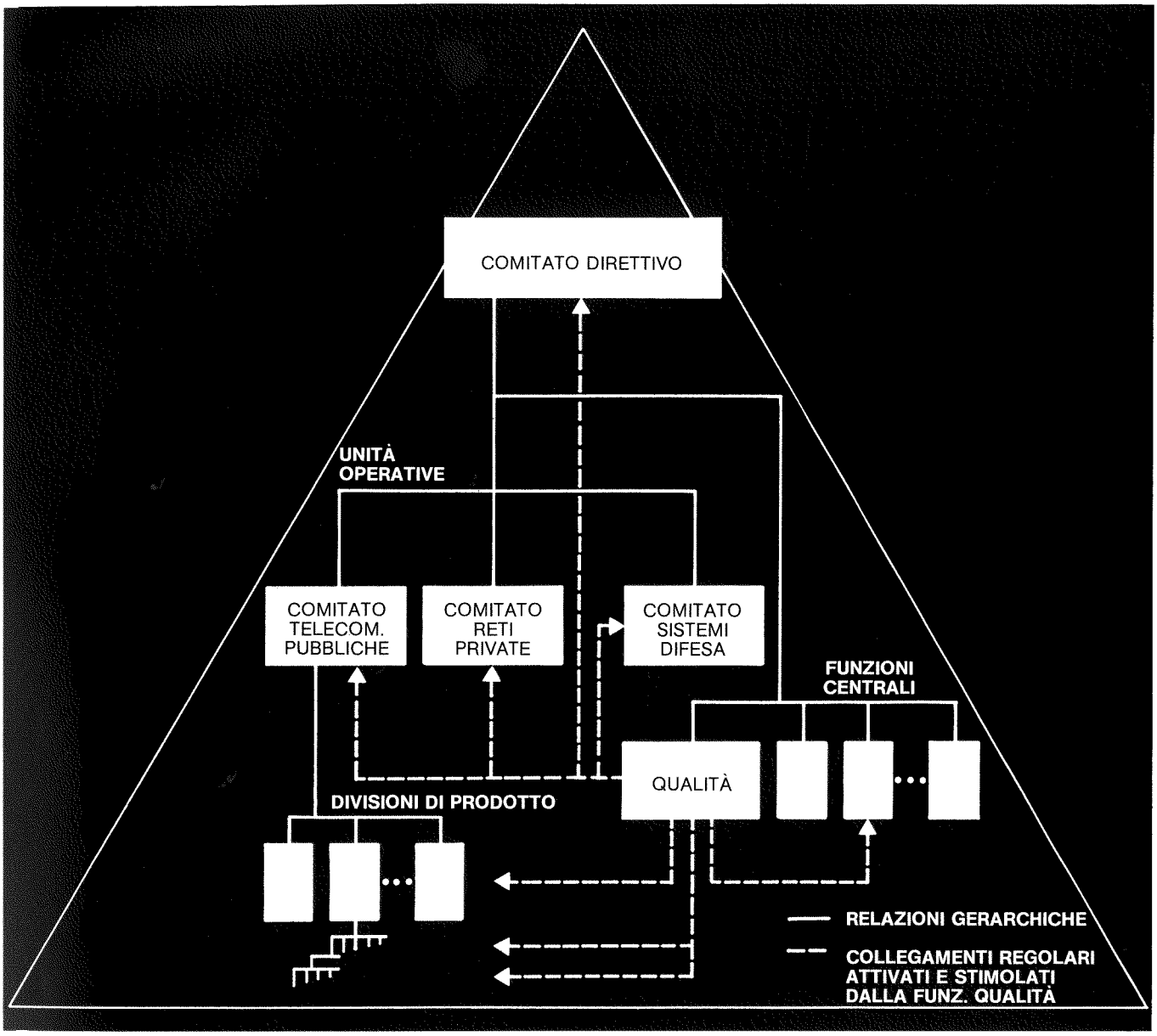


Fig. 3 - Organizzazione e stratificazione dei comitati per la qualità globale.

me che attendeva la scintilla adatta ed il fiume portante in cui confluire. In tempi brevi essa è diventata parte della *cultura aziendale, fattore di emulazione, elemento di pressione* indiretta su coloro che inizialmente erano meno disponibili.

Attraverso quali strumenti operativi?

Essenzialmente, previa sensibilizzazione massiva e mandato esplicito della Direzione Generale, attraverso l'applicazione di

programmi annui di miglioramento

per ciascuna divisione e funzione, individuati con la partecipazione creativa dei responsabili e loro collaboratori.

È questo lo strumento - potentissimo - che ha spinto ciascuna funzione a individuare, al suo interno, quei temi e fatti rilevanti o prioritari che possono sfuggire ai parametri degli altri sottosistemi aziendali e quindi - stante i normali sistemi di apprezzamento - rimane in ombra.

Infatti tali programmi contengono aspetti relativi a

- temi rilevanti ma rimasti in ombra perché senza paternità precisa
- instaurazione di rapporti cliente/fornitore entro la ditta
- "mali oscuri"
- migliore integrazione tra funzioni
- nuove frontiere
- nuovi rapporti con i fornitori
- nuovi rapporti con clienti
- interventi selettivi di formazione
- etc.

Il progetto citato ha prodotto nel primo anno una esplosione di oltre 100 grossi sottoprogetti di miglioramento, con un mix estremamente interessante:

- per rilevanza
- per varietà
- per qualità di temi.

6. Verso sistemi dinamici per la qualità

Se ci volgiamo a dare uno sguardo

alla evoluzione storica degli approcci alla Qualità ritroviamo la nota scaletta e constatiamo anche che spesso è stato privilegiato un approccio che conteneva pericoli non marginali di involuzione burocratica, con rinuncia ad una possibile opzione strategica.
L'Assicurazione Qualità ha spostato definitivamente l'attenzione dal prodotto al processo (anche organizzativo) che presiede al prodotto e lo ha codificato in varie procedure formalizzate. Ma nelle organizzazioni sono sempre presenti, oltre agli aspetti strutturali anche gli aspetti funzionali e motivazionali, caratterizzati questi ultimi da elevata dinamicità.
È per questo che, secondo noi, il problema attuale è quello di muoversi verso

sistemi dinamici per la Qualità

di cui siano parte rilevante:

- il *coinvolgimento* continuo e progressivo alla Qualità di tutta l'organizzazione
- la *tensione al miglioramento* continuo a tutti i livelli (l'*entusiasmo* è stato definito come il numero di cose che vengono sentite come qualità!)
- la *funzionalità* globale per la Qualità, continuamente verificata e migliorata
- il *miglioramento degli strumenti operativi per l'interfunzionalità*

Quindi comprensivi del miglioramento:

- dei prodotti e tecnologie, dell'organizzazione, degli uomini.

Si scopre allora che ci si avvicina a quella *nuova frontiera,* in cui confluiscono altre tecniche e discipline quali:

- la progettazione organizzativa
- la automazione (nell'organizzazione oltre che nella produzione)
- l'innovazione creativa
- la formazione

Si ritrova la dimensione "strategica"

- la capacità di inventare il futuro della Qualità
- la costruzione di una cultura favorevole al miglioramento e capace di percepire il cambiamento strategico.

Si opera insieme sulle variabili dure dello schema della Mc Kinsey (strategie, strutture e sistemi) e su quelle "morbide" (il personale, lo stile, le capacità, gli obiettivi e motivazioni superiori).
Si individuano anche nuove possibili RISORSE. Quali?

- *la cooperazione* (a monte con i fornitori, a valle con i clienti, a lato con Enti nazionali ed internazionali, con associazioni di categoria);
- *la cooperazione autoregolata,* entro l'azienda, tra persone ed enti coinvolti su aspetti diversi degli stessi problemi;
- *le anomalie* (varianze) *ripetitive* (non solo dei prodotti ma anche della organizzazione);
- *la normazione* soprattutto dei metodi (standardizzazione che è risparmio di duplicazioni, etc.);
- *il coinvolgimento di nuova managerialità sulla Qualità;*
- *la iniziativa creatrice di ciascuno, a tutti i livelli.*

7. E le nostre definizioni di qualità?

Non è il caso di riprendere qui la disputa ormai millenaria tra Quantità e Qualità.
In realtà nessun tecnico può sottrarsi al fascino del *numero* che, anche tralasciando il senso mistico che aveva in Pitagora, aprì con Galileo la strada alla scienza. Ma i più attenti sanno anche che addirittura la matematica sta recuperando il qualitativo e la filosofia difende il quantitativo.
Qui si vuole solo sottolineare *una* delle eccezioni presenti nella disputa tra qualità e quantità: ricuperare quel senso di eccellenza che anche la lingua corrente riprende per indicare i "salti di qualità" cioè gli eventi discontinui ma eccellenti.

E allora se siamo passati *dai prodotti all'organizzazione e da questa alle persone* che fanno l'organizzazione anche le nostre definizioni di Qualità su cui dibattiamo accanitamente debbono lasciare il posto ad una visione più ampia, secondo le linee qui di seguito delineate:

Diversi Significati dalla Qualità e aree di applicabilità

A. La Qualità come proprietà degli oggetti (prodotti-servizi)	a) l'insieme degli attributi e delle caratteristiche di un prodotto o servizio, che determinano la sua capacità a soddisfare date esigenze b) idoneità all'uso c) conformità alle specifiche.
B. La Qualità come disciplina tecnica (conoscenze, cultura)	l'insieme di tecniche per ottenere la Qualità con proprietà.
C. La Qualità come valore (dei singoli, delle organizzazioni, delle istituzioni, la qualità del lavoro, la qualità della vita...)	gli indicatori di valori (non il superfluo!); la capacità e volontà di migliorare, di tendere alla eccellenza.

BIBLIOGRAFIA

[1] J.M. JURAN, *Managerial Breakthrough,* McGraw-Hill 1964.

[2] J.M. JURAN, *Quality Control Handbook,* McGraw-Hill, 1 Ed. 1951, 3 Ed. 1974.

[3] A.V. FEIGENBAUM, *Total Quality Control,* McGraw-Hill, 1 Ed. 1961, 3 Ed. 1983.

[4] P.B. CROSBY, *Quality Is Free,* McGraw-Hill 1979.

[5] I. MIYAUCHI, *EOQC Conference,* Madrid 1983.

[6] H.I. ANSOFF, *Il Management Strategico,* Etass Libri, 1980.

[7] F. BUTERA (Ed.), *Il cambiamento organizzativo negli anni 80: casi e tendenze,* Franco Angeli 1983.

[8] F. BUTERA (Ed.), *L'orologio e l'organismo. Il cambiamento organizzativo nella grande impresa in Italia negli anni '70,* F. Angeli 1984.

[9] R.T. PASCALE - A.G. ATHOS, *Le sette esse,* Mondadori 1982.

[10] E.R. LORCH (Ed.), *La Qualità,* Atti del Seminario Internazionale di Venezia 1974, Il Mulino 1976.

[11] D. LERNER (Ed.), *Qualità e Quantità e altre categorie della scienza,* Boringhieri 1971.

[12] R.M. PIRSING, *Lo Zen e l'Arte della manutenzione della motocicletta,* Adelphi 1981, (Romanzo).

NOTA - Questa memoria è stata presentata al 13° convegno Nazionale AICQ (Milano, ottobre 1984).

La qualità dell'hardware: come valutare il progetto

LUCIANO ORLANDO

Honeywell Information Systems Italia
Centro di Ricerca e Progettazione
Pregnana Milanese

1. Introduzione

L'elaboratore non avrebbe la diffusione ed il ruolo che oggi conosciamo se la qualità dell'hardware non avesse compiuto passi enormi e raggiunto i livelli attuali. A ciò hanno contribuito in particolare specifici sviluppi tecnologici, quale l'integrazione circuitale, che ha ridotto drasticamente il tasso di guasto dei componenti elettronici (Fig. 1). Ma i miglioramenti conseguiti sono, più in generale, il frutto dell'evoluzione complessiva delle tecniche di progettazione e dei processi produttivi.

La qualità dell'hardware costituisce ormai un fattore essenziale di competizione sul mercato, alla luce in particolare di due elementi concomitanti:

- L'utilizzo di apparecchiature sofisticate da parte di un numero sempre maggiore di utenti privi di specifiche competenze tecniche. Per fare un esempio, il cosidetto "plug-in and play" (cioè la probabilità di funzionamento del sistema all'atto della installazione) è un attributo di qualità che in passato veniva mascherato dalla presenza di personale di manutenzione nel centro edp dell'utente. Non più tardi di una decina di anni fa era considerato normale che, ad esempio, tre periferiche su dieci non funzionassero in fase di installazione. Oggi ciò è del tutto inaccettabile e si richiede una probabilità di successo di uno o due ordini di grandezza più elevata. Analogamente, sono diventati prioritari fattori di qualità quali l'operabilità, la mancanza di manutenzione preventiva, la facilità d'uso, e così via.
- La concorrenza giapponese che ha cambiato le carte in tavola, dimostrando che sono ottenibili livelli di qualità solo pochi anni fa considerati utopistici.

La strada che porta ad un prodotto hardware di qualità è lunga e parte da lontano. In questo scritto, dopo aver inquadrato il problema nel suo insieme, ci si soffermerà sulla fase di progettazione, delineando una metodologia di valutazione del progetto elaborata presso la HISI. Ciò vuole essere un contributo ad un tema di non facile definizione, come è dimostrato dal fatto che mentre esiste un'ampia letteratura e una prassi consolidata per quanto riguarda la qualità dei processi produttivi, non altrettanto può dirsi della qualità del progetto.

2. Dal progetto al prodotto

La fase di definizione di un nuovo prodotto è uno dei momenti più creativi e sofferti. Si parte dal mercato e dalle sue linee di tendenza per definire una bozza di specifiche funzionali che vengono sottoposte all'ente responsabile dello sviluppo (ingegneria). Dalla critica e dal confronto con le possibilità tecnologiche nascono le specifiche di prodotto, che ne definiscono in dettaglio le prestazioni. Da questo momento inizia la fase di progettazione ingegneristica.

La disponibilità di appropriate regole applicative dei componenti, l'utilizzo di strumenti di progettazione automatica, la tempestiva caratterizzazione di nuovi dispositivi, la progettazione con margini di sicurezza adeguati, una accurata qualificazione dei componenti sono tra i fattori fondamentali che concorrono alla riuscita di uno sviluppo. Tutto ciò non può essere frutto di improvvisazione, ma deve poggiare su una solida base di know-how e di esperienza precedente.

Il percorso del progetto è irto di ostacoli da superare. Tra essi, sono gli esami di acquistabilità, collaudabilità, producibilità, operabilità, per assicurare che il prodotto sia effettivamente realizzabile, ai costi fissati, con le attrezzature previste in fabbrica.

Quando poi il progetto riesce a superare anche l'ultimo scoglio, ossia la certificazione/qualificazione, si è solo a metà del cammino, perchè occorre iniziare a confrontarsi con l'effettivo processo di produzione.

Tralasciando tutti i passi intermedi, un momento cruciale dell'iter di un nuovo prodotto è l'uscita dei primi lotti dalla linea di fabbricazione. Su di essi viene infatti effettuata una accurata misura della qualità, per verificare se il prodotto è conforme alle specifiche, qualificando in caso affermativo i processi produttivi impiegati (process verification test).

Ma le misure di qualità continue-

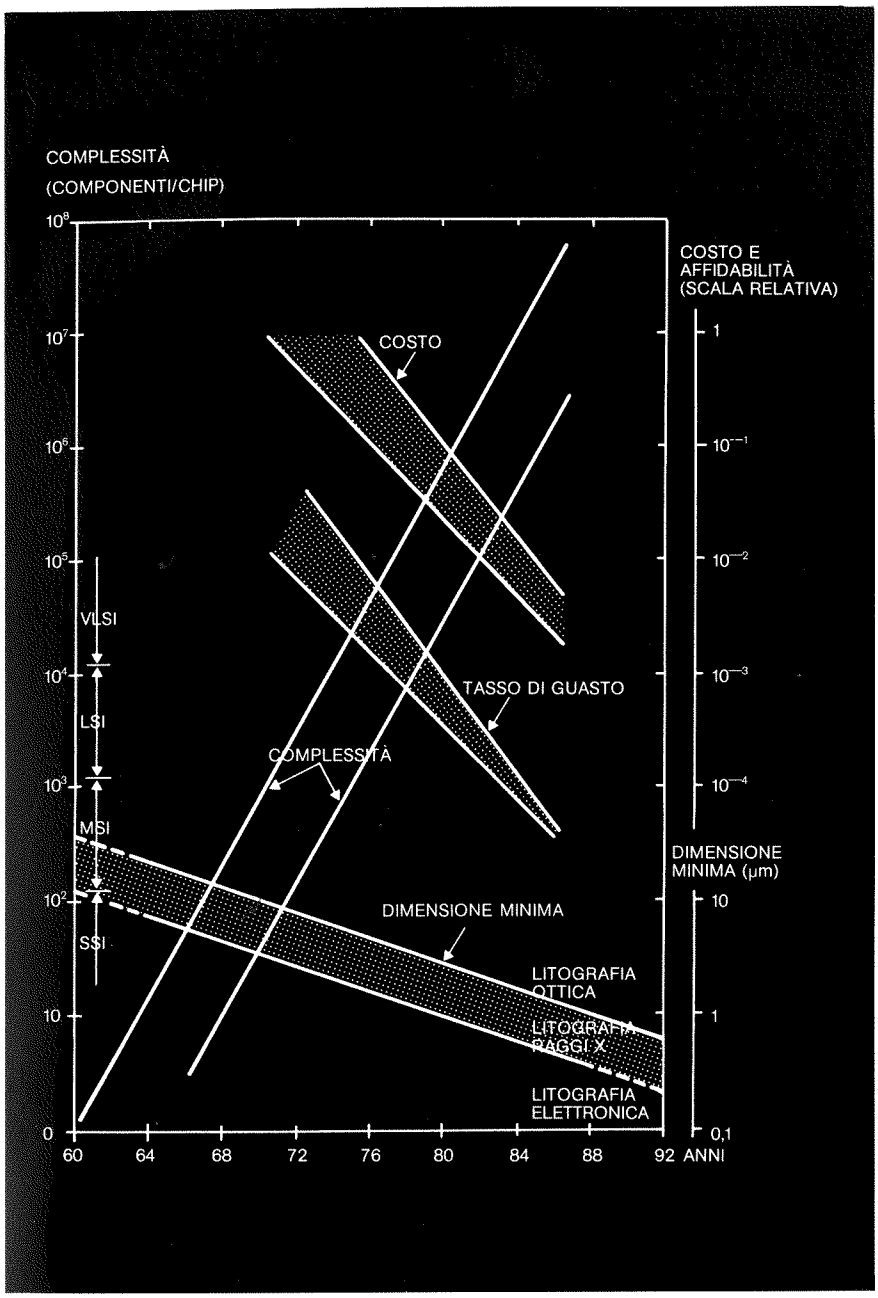


Fig. 1 - Un fattore di fondamentale importanza nel miglioramento della qualità dei prodotti hardware è costituito dalla integrazione circuitale. Il grafico riassume l'evoluzione e le linee di tendenza di tale tecnologia sotto vari profili, mettendo in luce in particolare la riduzione del tasso di guasto.

ranno per tutta la vita del prodotto, per tenere sotto controllo il processo produttivo e possibilmente migliorarlo. Una prassi seguita in azienda a tale scopo consiste nel prelevare una percentuale prefissata e significativa della produzione mensile dal magazzino merci finite. Le macchine, pronte per essere spedite ai clienti, vengono disimballate, rimesse in funzione e controllate in ogni dettaglio. Ogni e qualsiasi imperfezione, funzionale o non, viene registrata e catalogata secondo un apposito dizionario. Da questi esami vengono ricavati i valori dei parametri che definiscono il livello di qualità del prodotto così come lo percepisce effettivamente il cliente.

3. La misura della qualità del prodotto

Come si misura la qualitá di un prodotto? Esistono ovviamente vari stadi e livelli di misura. Facciamo qui in particolare riferimento allo stadio finale, quando cioè la macchina è finita e pronta per la spedizione al cliente.

La misura tende ad assodare il "grado di soddisfazione dell'utente" (customer satisfaction). Questo viene stimato sulla base di due parametri fondamentali, cioè

- il PIP, ossia il Plu-In and Play
- il LQM, ossia il Livello Qualitativo Medio.

Il primo è già stato definito in precedenza; il secondo viene definito in base ad una suddivisione in classi dei difetti riscontrati, secondo la formula seguente:

$$LQM = 100 - \frac{1}{100} \sum_{i} (peso)_i \times (\% \text{ difetti})_i$$

L'indice "i" va da 1 a 4 e denota le seguenti classi di difetti e pesi relativi:

- 1 = difetti funzionali, peso 100
- 2 = difetti potenziali, peso 60
- 3 = difetti di "appearance", peso 40
- 4 = difetti vari, peso 10

Le citate classi di difetti possono essere brevemente descritte come segue.

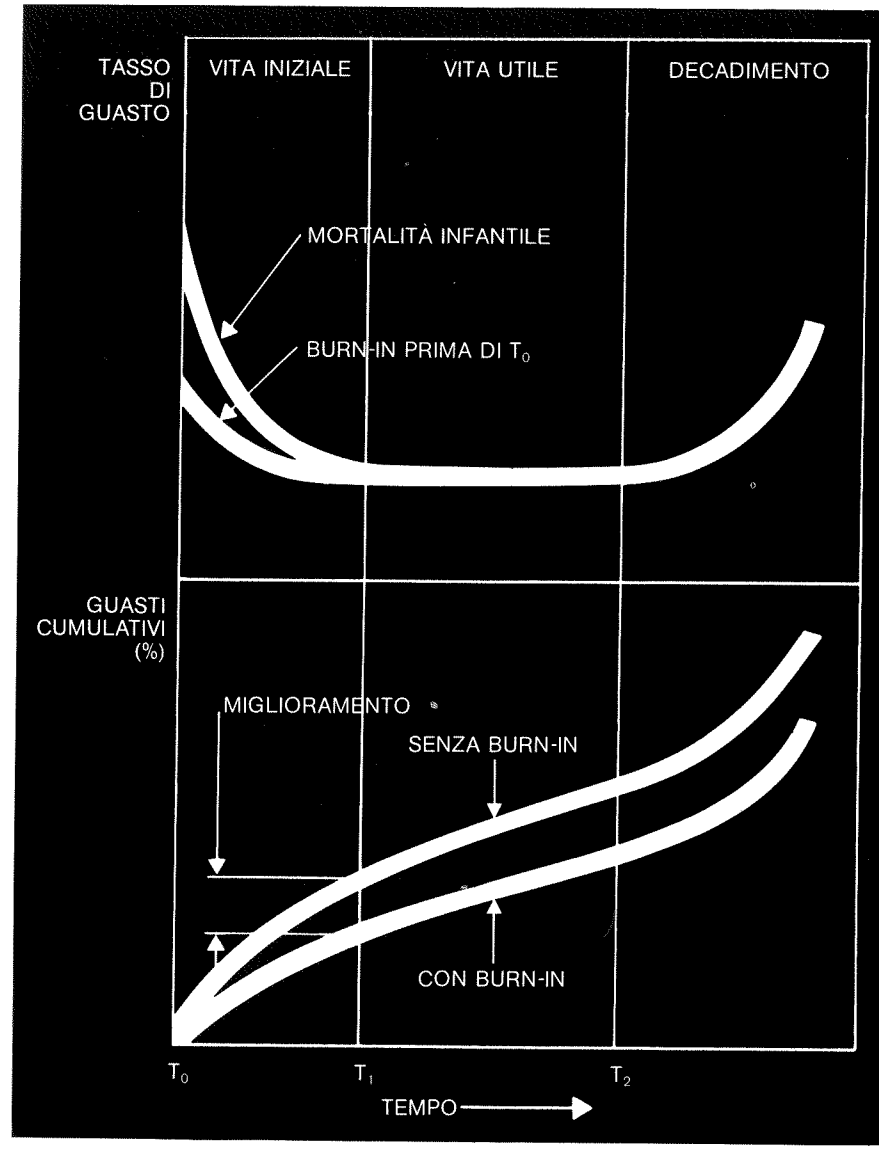


Fig. 2 - Il tasso di guasto dei componenti elettronici può essere significativamente ridotto mediante un periodo di funzionamento in forno ("burn-in") prima dell'effettivo utilizzo.

Difetti funzionali (peso 100)

Sono tutti gli inconvenienti che causano l'impossibilità di avvalersi delle prestazioni della macchina. Rientra in questa categoria ogni guasto, errore di montaggio o mancanza di parti (elettronica, meccanica, firmware) che a) non consenta l'uso immediato del sistema, b) provochi l'arresto del sistema, c) causi una degradazione del sistema senza provocarne l'arresto. Gli esempi vanno dal componente elettronico guasto alla banale mancanza del manuale d'uso del sistema.

Difetti potenziali (peso 60)

Sono quegli inconvenienti che possono degenerare col tempo e dar luogo ad un inconveniente funzionale. In particolare si possono citare: parti meccaniche con montaggio improprio (ad esempio, viti o dadi allentati); parti elettroniche con aspetti che costituiscono rischio di guasto (ad esempio, corpi metallici estranei sulle piastre a circuito stampato, che possono provocare corti circuiti).

Difetti di appearance (peso 40)

Sono quegli inconvenienti che possono dar luogo ad un giudizio negativo del cliente dal punto di vista estetico. Ad esempio, verniciatura irregolare, graffi sulla carrozzeria, ecc.

Difetti vari (peso 10)

Sono quei difetti dovuti a trascuratezza di montaggio, che però non rappresentano una potenziale causa di guasto (ad esempio, punti di ruggine su parti metalliche interne).

Le misure di cui sopra, effettuate sui prodotti a magazzino pronti per la spedizione, costituiscono ovviamente solo un momento delle attività svolte in fabbrica per assicurare i prescritti livelli di qualità. Tra le altre prove sono da citare in particolare quelle dirette a misurare l'affidabilità del prodotto, condotte sia nel periodo della "mortalità infantile" (prime 200-300 ore di funzionamento) che a regime (dopo 1000-2000 ore).

In effetti, le esigenze di qualità permeano tutto il ciclo produttivo, dalla acquisizione dei materiali alle lavorazioni, ed ogni fase richiede misure appropriate e filtri specifici. La Fig. 2 mostra, a titolo di esempio, i miglioramenti di qualità ottenibili con il "burn-in" dei componenti (ossia con un periodo di funzionamento in forno prima dell'effettivo utilizzo).

4. La qualità del progetto hardware

Fare un buon prodotto significa chiaramente fare anzitutto un buon progetto. In caso limite, nessuno sforzo a valle potrebbe recuperare un progetto intrinsecamente inadeguato. Ma mentre esistono modi oggettivi, e ormai standard, per misurare la qualità di un prodotto finito, valutare il livello qualitativo di un progetto è un problema assai meno facile da risolvere, per la natura stessa della materia.

In termini generali, si può dire che misurare la qualità di un progetto significa determinare la probabilità che esso si possa tradurre in un buon prodotto. Ma come passare da una definizione ad una effettiva valutazione pratica? Una risposta a questo interrogativo è stata elaborata presso il Centro di Ricerca e Progettazione della HISI di Pregnana Milanese, con una metodologia di cui vengono qui forniti i criteri generali.

a) Approccio "fornitore-cliente"

Si fa riferimento allo schema concettuale introdotto dai moderni approcci metodologici al problema della qualità, che individua in ogni ente aziendale, piccolo o grande che sia, un duplice ruolo di "fornitore-cliente" rispetto all'ambiente con cui interagisce. In questa ottica, l'ingegneria hardware, che ha la responsabilità di sviluppare il progetto, è contemporaneamente "cliente" della Pianificazione Prodotti e "fornitore" della Fabbrica (Fig. 3). L'approccio prevede che ciascun "cliente" aziendale sia chiamato a formulare, secondo criteri predefiniti e concordati, un giudizio sulla qualità delle prestazioni che vede l'ingegneria come "fornitore".

b) Parametri di misura

La valutazione della qualità del progetto viene esplicitata attraverso un insieme di "attributi primari" di qualità. Ognuno di tali attributi è articolato in sotto-attributi, che vengono valutati separatamente e che concorrono con pesi diversi alla valutazione globale. Le misure della qualità del progetto danno luogo a due livelli di schede riassuntive: la scheda di sintesi complessiva (Fig. 4) e le schede riassuntive per ogni attributo primario (la Fig. 5 fornisce un esempio di tali schede).

c) Responsabilità della valutazione

La responsabilità primaria della formulazione del giudizio relativo a ciascun attributo viene assegnata privilegiando, in linea di massima, l'ente utilizzatore (cliente). Il giudizio è formulato da un team presieduto dall'ente utilizzatore con responsabilità primaria, e costituito, oltre che da altri utenti, dall'ente responsabile del progetto e dalla Qualità di ingegneria come partecipanti fissi. La procedura prevede anche il livello gerarchico minimo che può emettere il giudizio.

d) Strumenti/criteri di valutazione

Le schede riassuntive dei singoli attributi rappresentano la sintesi di un ampio lavoro di analisi, misura e valutazione effettuati su un numero rilevante di fattori di dettaglio. Per ogni attributo esiste un documento che cataloga gli elementi da considerare, fornisce le procedure di misura, e definisce i criteri con cui assegnare i punteggi. Il documento è inteso, oltre che come guida operativa, come strumento per garantire l'omogeneità e oggettività delle valutazioni. Alla fine delle misure, si

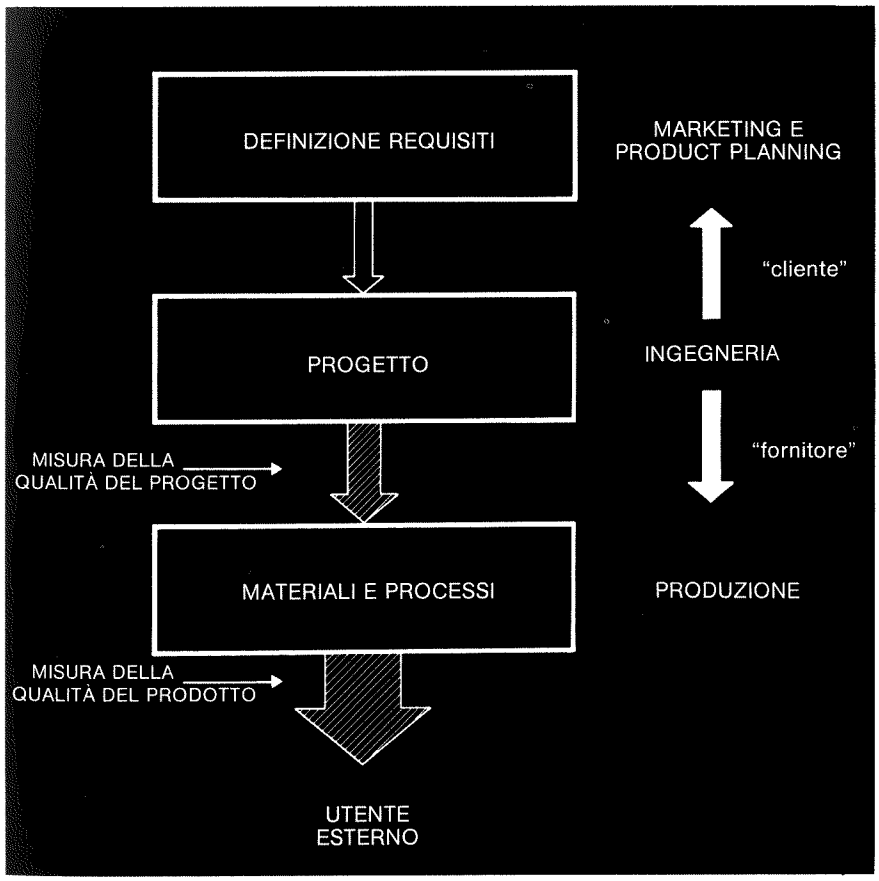


Fig. 3 - Lo schema concettuale "cliente-fornitore", introdotto dai moderni approcci al problema della qualità, vede l'ente di progettazione (Ingegneria) in questa duplice veste rispettivamente verso il Product Planning e la Fabbrica.

MISURA PER ATTRIBUTI DELLA QUALITÀ DI PROGETTO

SCHEDA RIASSUNTIVA COMPLESSIVA

Modello:
Descrizione:
Data:

ATTRIBUTI	GIUDIZIO				
	I	S	D	B	O
ACQUISTABILITÀ					
COLLAUDABILITÀ					
COSTI					
DESIGN RULES					
FAULT TOLERANCE					
INNOVAZIONE					
INSTALLABILITY					
OPERABILITÀ					
P.I.P.					
PRESTAZIONI					
PRODUCIBILITÀ					
QUALITÀ DI STAMPA					
RELIABILITY					
RIPARABILITÀ					
STANDARDS					
TEMPO DI SVILUPPO					
GIUDIZIO DI SINTESI					
MODIFICHE / CORREZIONI					

ENTE RESPONSABILE GIUDIZIO : QUALITÀ INGEGNERIA _____

Enti supporto : Progetto _____

Misura da effettuarsi a : – versamento doc. di nascita
– fine rampa di produzione

Fig. 4 - Scheda di sintesi complessiva per la misura della qualità del progetto di stampanti.

MISURA PER ATTRIBUTI DELLA QUALITÀ DI PROGETTO

SCHEDA RIASSUNTIVA PER ATTRIBUTO

Modello:
Descrizione:
Data:

Attributo: DESIGN RULES	GIUDIZIO				
	I	S	D	B	O
A) VALUTAZIONE DESIGN RULES					
– set circuitale					
– regole interfacciamento					
– proposte contesto componenti					
– norme collaudabilità					
1) ANALOGICA					
2) LOGICA					
3) MACCHINE ELETTRICHE					
B) VIOLAZIONI					
– regole interfacciamento					
– proposte contesto componenti					
– norme collaudabilità					
1) ANALOGICA					
2) LOGICA					
3) MACCHINE ELETTRICHE					
GIUDIZIO DI SINTESI					

ENTE RESPONSABILE GIUDIZIO : QUALITÀ INGEGNERIA

Enti supporto : Progetto

Misura da effettuarsi a : – stesura piano
– versamento docum. di nascita

Fig. 5 - Un esempio di scheda riassuntiva relativa ad uno degli attributi di qualità del progetto hardware.

ottiene per ogni voce un punteggio come risultante dei voti attribuiti ai singoli elementi in gioco. Questo numero viene normalizzato in una scala di giudizi, che sono poi quelli che compaiono nelle schede riassuntive, dove le abbreviazioni hanno il seguente significato: O = Ottimo, B = Buono, D = Discreto, S = Sufficiente, I = Insufficiente. Il passaggio dal numero che rappresenta il voto al giudizio è effettuato mediante una tabella di conversione specifica per ognuna delle voci.

e) Momenti di misura

In funzione delle specifiche caratteristiche di ogni attributo, vengono definiti i momenti in cui effettuare la misura, scelti tra uno o più dei seguenti:

1 - stesura piano

2 - emissione lista materiali prototipi primo livello

3 - versamento documentazione prototipi secondo livello

4 - versamento documentazione fine qualificazione

5 - fine rampa di produzione (6 mesi dopo l'avvio di produzione).

f) Sintesi dei giudizi

In corrispondenza a: 1) versamento documentazione fine qualificazione, 2) fine rampa di produzione, viene effettuata, attraverso la compilazione della "scheda riassuntiva complessiva", una sintesi dei giudizi formulati. La responsabilità della preparazione è della Qualità di Ingegneria. In tali occasioni viene anche effettuata la valutazione dell'attributo "Modifiche/Correzioni", utilizzabile quale elemento di verifica dei giudizi espressi in precedenza.

5. Conclusione

La qualità del progetto è cruciale ai fini della qualità del prodotto finale. Misurare la qualità del progetto risulta però allo stesso tempo importante e difficile. La metodologia qui illustrata è un contributo in questa direzione e consente una valutazione sostanzialmente oggettiva del livello di qualità di un progetto hardware attraverso la sintesi di un minuzioso lavoro di analisi.

L'approccio si presenta come uno strumento pratico per controllare lo stato e l'evoluzione della qualità del progetto e guidare quindi le eventuali azioni correttive.

Anche se il metodo proposto è ovviamente connesso con una specifica area di progettazione, ossia i sistemi di elaborazione elettronica, si ritiene che esso possa costituire una utile traccia anche per altri settori di attività.

La qualità del software: cos'è e come si misura

ANTONIO CICU
CARLO CUCCIATI

Honeywell Information Systems Italia
Centro di Ricerca e Progettazione
Pregnana Milanese

1. Introduzione

La qualità è un obiettivo fondamentale di ogni attività produttiva, sia che si tratti del lavoro di un artigiano che del prodotto di un'industria; ciò perché la qualità è sempre di più un requisito assoluto per l'utente di un qualsivoglia prodotto.

Tuttavia la percezione della qualità e l'approccio ad essa non sono mai basati su considerazioni puramente tecniche, ma sono sempre associate a vincoli di natura economica.

L'utente guarda la qualità attraverso la finestra dei costi di acquisto e di uso, e dei benefici ottenibili.

Il produttore/venditore guarda la qualità attraverso le finestre assai diverse dei costi per produrre, vendere e supportare, e dei ricavi ottenibili (Fig. 1).

Nonostante la differenza di punti di vista e di criteri nel valutare i costi/benefici connessi ai diversi livelli di

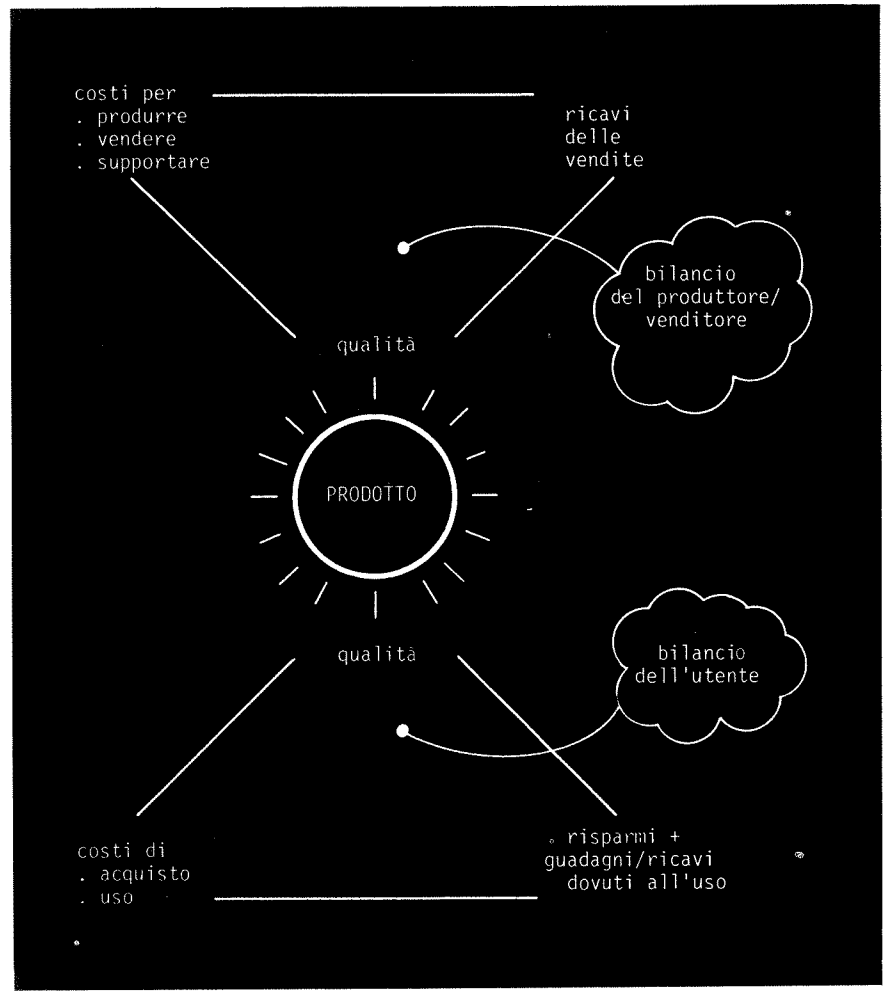


Fig. 1 - Criteri differenti per valutare costi/benefici

Fig. 2 - La percezione della qualità da parte del consumatore/utente

qualità, la *soddisfazione dell'utente* è l'obiettivo guida anche per il produttore/venditore, perché questo fattore influenza in modo determinante l'immagine e conseguentemente le vendite.

Perciò un'analisi dei *fattori di qualità* che sono realmente rilevanti per l'utente è necessaria, in modo da orientare in modo costruttivo l'attività verso la qualità.

2. Cos'è la qualità?

La qualità è la voce più ricorrente nella pubblicità di qualsiasi prodotto industriale.

Il moderno utilizzatore e consumatore sta divenendo sempre più sensibile a questo aspetto e inoltre sempre più esigente, anche se la sua percezione degli attributi di qualità è spesso vaga e indistinta (si deve comunque riconoscere che detta "vaghezza" ha principalmente origine nella complessità e varietà dei fattori spessi connessi con la qualità).

I produttori sono ben consapevoli della crescente sensibilità del consumatore/utente in tema di qualità: perciò essi vendono e promuovono la qualità in ogni momento, dovunque, apertamente o in modo sottile e nascosto nella loro pubblicità (Fig. 2).

I consumatori/utenti, da parte loro, devono esercitare un buon livello di capacità critica per riconoscere ciò che è reale qualità intrinseca, ciò che è vendita di competenza e di supporto, ciò che è costruzione di immagine della compagnia costruttrice o immagine del prodotto, e ciò che è stimolo dell'orgoglio dell'utente.

In generale *la qualità di un prodotto è l'insieme delle sue proprietà di soddisfare correttamente e efficientemente ai compiti per i quali è stato inventato e costruito.* Se si vuole, questa definizione è forse un pò orientata al punto di vista del produttore [CICU 81].

Una definizione più generale, più decisamente orientata all'utente può essere la seguente: *"la qualità di un prodotto è l'insieme delle sue proprietà di soddisfare correttamente e efficientemente alle reali esigenze per le quali l'utente/consumatore lo acquista e lo usa".*

Perció la *qualità* è sempre *definita attraverso attributi* correlati alle funzioni e agli scopi del prodotto. (Come si vedrà, alcuni attributi sono misurabili in modo quantitativo, per altri ci si deve limitare a dare valutazioni di tipo qualitativo, almeno allo stato attuale dell'arte).

Il livello di qualità di un prodotto è sempre collegato a un *prezzo,* che dipende sia dal valore intrinseco del prodotto (la sua ricchezza in funzionalità) sia dai costi di produzione e di supporto, che sono funzione crescente del livello di qualità che si vuole garantire.

I concetti di qualità e le corrispondenti misure non si riferiscono solamente a criteri oggettivi e attributi misurabili: la qualità include anche *aspetti soggettivi* connessi con la *soddisfazione dell'utente* e la sua *fiducia nel prodotto,* dipendente a sua volta dall'*immagine* creata e sostenuta tramite adeguato supporto e promozione.

Inoltre, l'uso di certi prodotti (ciò che è spesso vero per i calcolatori) richiede lo sviluppo di una competenza specifica e il ricorso ad un supporto efficiente nel caso di guasti del prodotto stesso: perciò la percezione della qualità da parte dell'utente include necessariamente un giudizio sull'efficienza e sui costi dei *servizi di formazione e di supporto.*

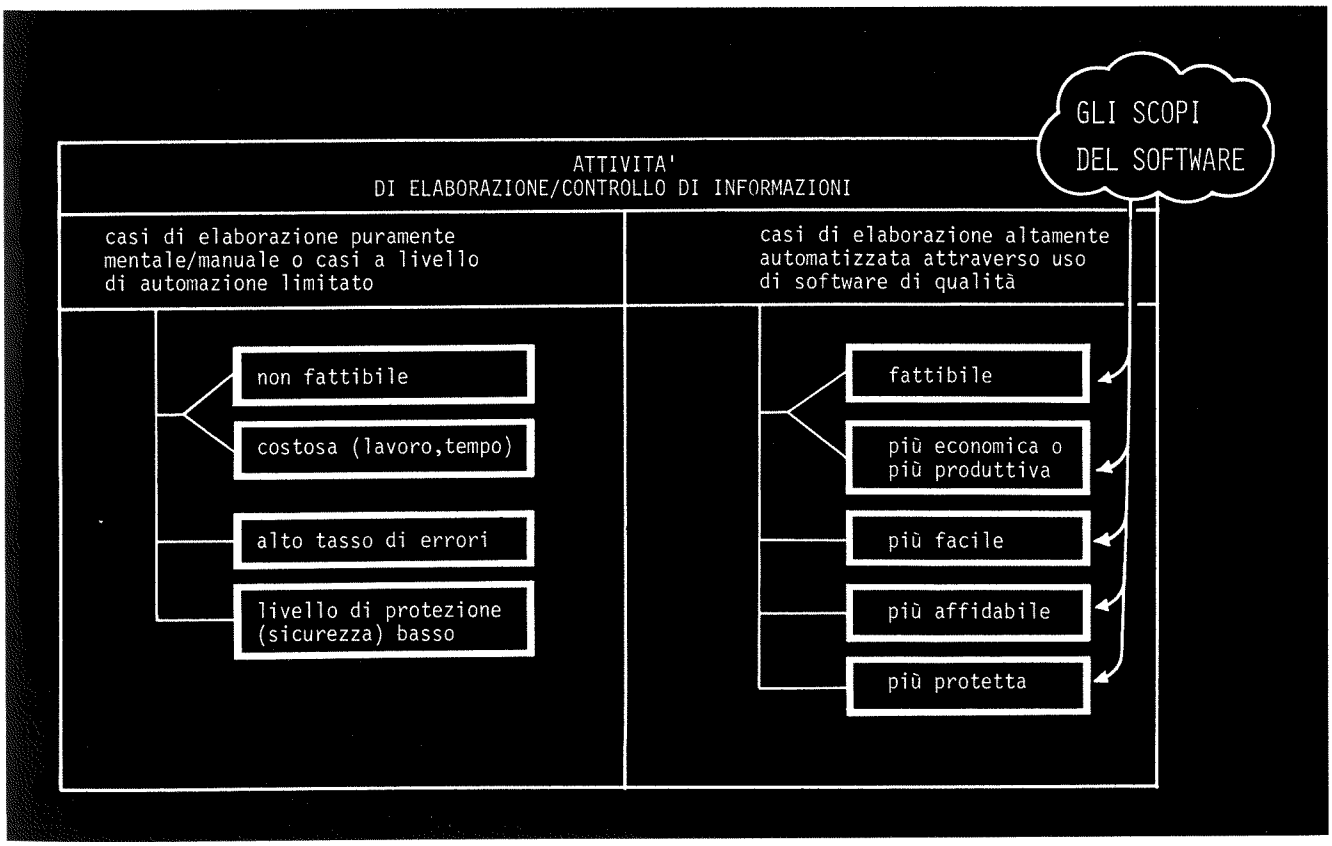
Allo scopo di definire il termine "qualità" per il software, è necessario perciò definire la natura e gli scopi di questo tipo di prodotto.

3. Cos'è il software?

Lo scopo di un prodotto software è di permettere all'utente di costruire applicazioni di elaborazione di informazioni fornendogli ben definiti vantaggi tecnici e/o economici rispetto all'approccio puramente manuale o ad automazione più limitata.

Una sintesi degli scopi del software è data in Fig. 3: ivi l'approccio puramente manuale o ad automazione limitata è paragonato al caso in cui lo stesso lavoro di elaborazione di informazioni è eseguito automaticamente grazie all'uso di un software di qualità (lo schema di Fig. 3 è ap-

Fig. 3 - Gli scopi di un prodotto software, per l'utente.



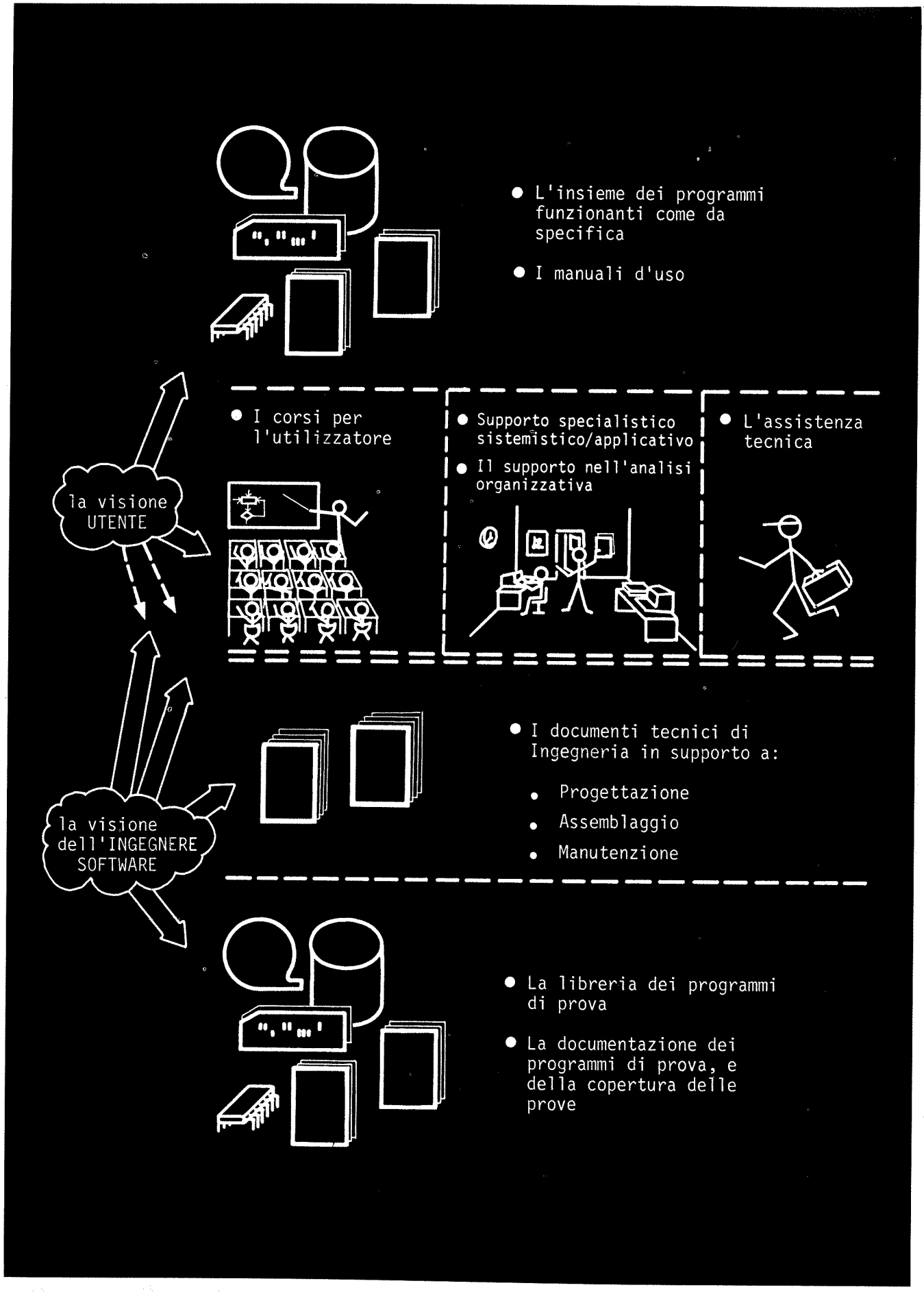


Fig. 4 - La struttura del prodotto Software

plicabile ai più svariati lavori di elaborazione di informazioni, dai più classici quali la fatturazione, le paghe, la gestione dei magazzini ecc. ai più moderni come il trattamento della parola e dei testi, la gestione di "data bases" integrate, o il controllo di apparecchiature o impianti sofisticati).

Un prodotto sofware è normalmente considerato come un *insieme integrato di programmi* di calcolatore e di *manuali* di utilizzatore che ne definiscono le regole d'uso.

Tuttavia la crescente maturazione degli utilizzatori fa si che essi valutino sempre più spesso un prodotto software congiuntamente ai servizi seguenti:

- l'addestramento, i *corsi* di formazione per le differenti categorie del personale degli utenti (utenti finali, analisti, programmatori, operatori, dirigenti dei centri EDP)
- l'*assistenza tecnica* per la riparazione dei guasti dell'hardware, o per la correzione dei difetti del software, o per i chiarimenti e spiegazioni necessarie nei casi di errori dell'utente
- la *consulenza sistemistica* e/o *applicativa* nella progettazione e costruzione di nuove applicazioni.

Quanto detto sopra costituisce la visione utente (o esterna) di un prodotto software (vedi Fig. 4).

Una visione completa del prodotto, che per sua natura evolve subendo continue estensioni in diverse versioni lungo un ciclo di vita, richiede che si prendano in considerazione, come parti integranti del prodotto, anche i componenti seguenti (vedi nuovamente Fig. 4):

- la *documentazione* di prodotto cosidetta *interna* all'ingegneria, costituente il necessario supporto alle estensioni del prodotto e agli interventi di manutenzione
- la libreria dei *programmi di prova* e la documentazione delle prove, di supporto alle attività periodiche di collaudo.

La figura 4 mostra la struttura di un prodotto software mettendo in evidenza quali sono gli elementi che interessano l'utilizzatore, e quali sono gli altri elementi che, insieme con i precedenti, sono di importanza rilevante per l'ingegnere software.

Anche se gli utenti non sono direttamente interessati agli ultimi due componenti del software qui considerati (la documentazione interna di ingegneria e la libreria delle prove con relativa documentazione), si nota talvolta, presso gli utenti più maturi, una sensibilità crescente anche verso questi aspetti, perché questi utenti sanno che è da essi che dipendono interamente un buon supporto e la capacità di crescita del prodotto.

Perché questa visione "estesa" del prodotto software?

Solo questa definizione espansa copre le vere, ultime esigenze dell'utente finale.

Diversi autori hanno sottolineato l'importanza di considerare il software sotto un'ottica globale.

Nell'"editorial note" di [IBM 80] si legge:

"The term Software is recognized as meaning more than just programs. It encompasses the machine, people, and procedures that surround and are integral to a system. This expanded view of Software and the need for its efficient development in an increasingly complex environment have given rise to the field of Software engineering..."

In [MILL 80] si legge:

"...it seems proper to redefine the term Software from its usual meaning of single programs to mean logical doctrine for the harmonius cooperation of a system of people and machines (usually many kinds of people and many kinds of machines). In such a system, the agents of action are people and machines, with the blueprints for their action supplied by software. A human procedure is as important to the system as a machine procedure... That is, Software is tipically a set of logical blueprints for the operation and use of a multi/distributed processing system by an organization of people in its natural evolution over time"

In [ROSS 76] si legge:

"... software embodies every aspect of actually using the hardware components and communications equipment in an application area... only through this broadened understanding of "Software" we can understand how objectives with respect to user needs are translated ultimately into functioning computer systems".

Occorre notare che la visione estesa di un prodotto software, adottata nel presente articolo al fine di capire meglio gli attributi di qualità del software, conferma le succitate affermazioni di Ross e Mills: alcuni aspetti della qualità, come la facilità di uso e le prestazioni, sono verificabili solamente in riferimento all'ambiente (sia organizzativo che umano), ove l'utente intende installare la sua applicazione di elaborazione.

Si è detto infatti che il software deve servire a rendere più economiche e/o più produttive le attività dell'utente: solo tenendo presenti questi scopi fondamentali si può capire come l'aderenza alle caratteristiche ambientali diventa una parte inerente e necessaria dei requisiti di un prodotto software.

4. Cosa è la qualità del software?

Si vuole qui riferirsi ad un concetto di qualità del software così come essa è percepita dall'utente (finale e non, intendendo con ciò chi usa il prodotto e chi paga per l'uso). Ci si richiama perciò alla definizione generale già data: "la qualità di un prodotto è l'insieme delle sue proprietà di soddisfare correttamente e efficientemente alle reali esigenze per le quali l'utente/consumatore lo acquista e lo usa".

Con questa ottica la qualità può essere vista come un giudizio globale tramite il quale l'utente esprime la sua soddisfazione riguardo al bilancio tra costi e benefici. L'utente non considera mai il prodotto separato dai servizi che ne facilitano l'uso, ed effettua sempre un'associazione immediata a prezzi e benefici ottenuti.

La Fig. 5 vuole esprimere il concetto di *qualità* come la *percezione globale* che l'utente riceve *dei costi e benefici*. Questo modo, tipico e naturale dell'utente, di approcciare il prodotto va tenuto sempre presente anche quando si esaminano da un punto di vista più tecnico gli attributi di adeguatezza del prodotto alle esigenze dell'utente stesso.

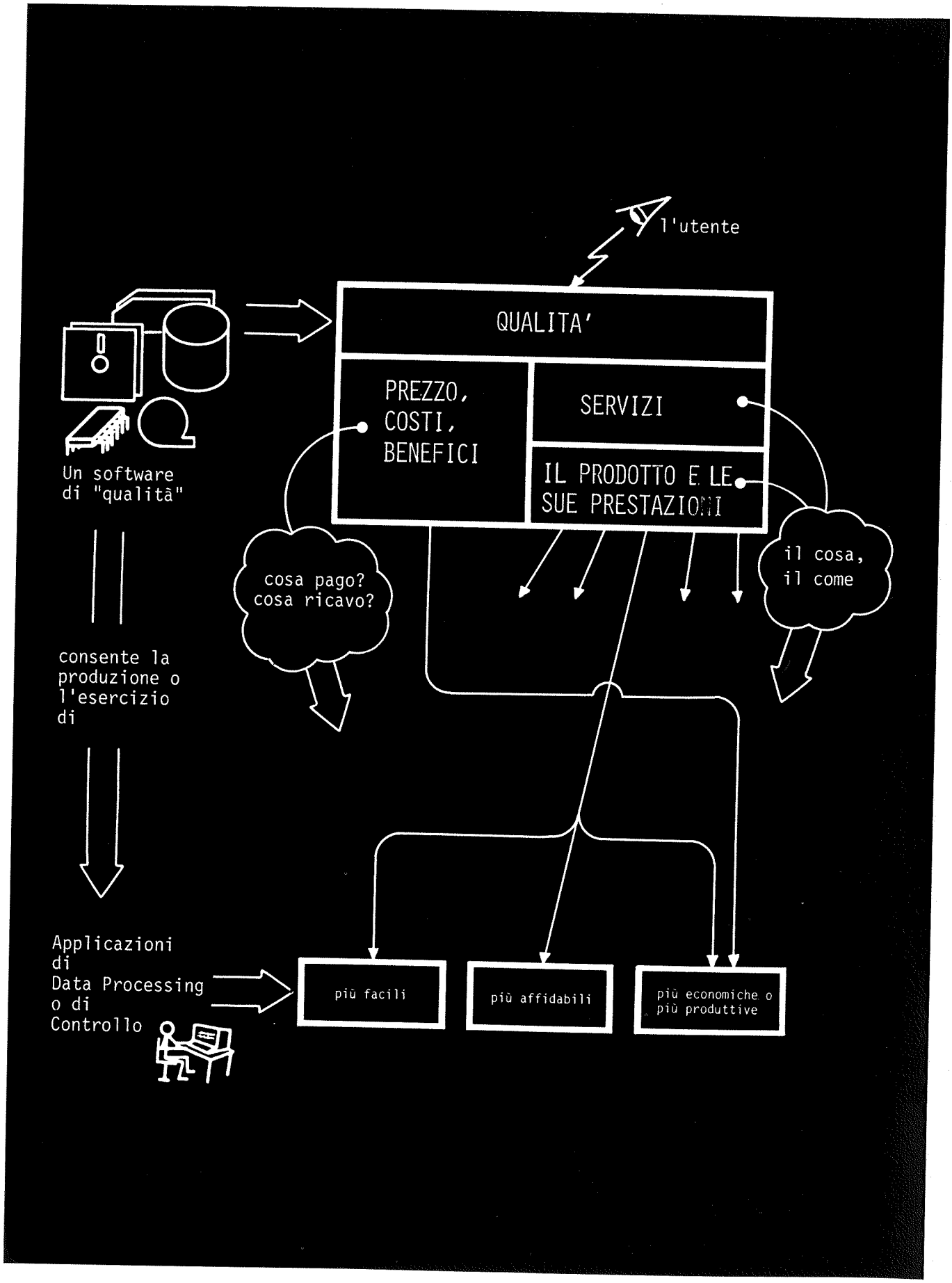


Fig. 5 La qualità è per l'utente una percezione globale che sintetizza in un unico bilancio costi e benefici.

Le scelte tecniche sul prodotto e le misure sui vari attributi sono interpretabili correttamente solo se associate ai costi di sviluppo e vendita, oppure di acquisto e esercizio.

Non è detto che un'analisi di costi e benefici sia sempre fatta in modo accurato, anzi spesso è fatta in modo superficiale. La suddetta percezione globale è spesso influenzata o determinata dall'immagine che un'adeguata promozione ha potuto creare: tuttavia anche nei casi in cui si applica molta approssimazione, è sempre la percezione di costi e benefici che guida l'utente nelle scelte e nei giudizi.

Per aiutare sia l'utente che i produttori di software a effettuare nel modo più oggettivo possibile le analisi di costi e benefici, sono oggi disponibili metodi e guide che coprono l'intero ciclo di vita e che sono applicabili fin dalle fasi iniziali di un progetto: una guida accurata a questo fine è stata predisposta dal National Bureau of Standards U.S.A. [NBS 79].

5. Gli attributi di qualità del software

La Fig. 6 mostra l'insieme degli attributi della qualità del software, definiti come le capacità intrinseche del prodotto di supportare, ciascuna in un suo modo specifico, il raggiungimento degli obiettivi dell'utente.

Gli attributi qui evidenziati sono quelli considerati più importanti, come i pilastri di una qualità che si mantenga elevata durante tutta la vita del prodotto.

Rispetto ad una versione precedente di questo stesso lavoro [CICU 81], ove si presentava una visione della qualità da un punto di vista puramente tecnico, si è preferito qui includere esplicitamente anche l'attributo costi, per sottolineare il fatto che qualità e costi non sono mai separati, e per contribuire a diffondere un approccio sempre più globale alla qualità.

Nel seguito di questo lavoro si presenta una breve analisi di ogni attributo, secondo lo schema

- definizione
- contributo agli obiettivi dell'utente
- metodi di misura.

Seguono infine alcune tabelle ove si sintetizzano i criteri ispiratori di un approccio costruttivo alla qualità.

6. La funzionalità

Per *funzionalità* si intende il *corredo di funzioni* che il prodotto è capace di supportare nell'area applicativa cui il prodotto si rivolge (per funzione si intenda "lo scopo specifico di un'entità, o la sua azione caratteristica" [IEEE 729], oppure "una voce di specifica, un requisito, che definisca come un determinato insieme di dati in ingresso è trasformato in un determinato insieme di dati in uscita").

L'analisi dell'adeguatezza delle funzionalità offerte rispetto alle esigenze applicative è il primo criterio che l'utente applica nello studio dei prodotti da scegliere.

Istintivamente l'utente giudica tanto più alta la qualità di un prodotto, quanto più ampio è il corredo funzionale. (Ad esempio un moderno text editor che consenta di operare sull'intero schermo del terminale, con operazioni immediate su caratteri, parole, righe o blocchi di testo è considerato istintivamente più utile dei vecchi text-editors orientati alla riga).

Una maggiore ricchezza funzionale infatti si risolve in applicazioni più facili da usare e in una maggiore produttività o economia di esercizio (Fig. 7).

Una misura approssimata del contenuto funzionale di un prodotto è fatta dall'utente tramite controlli incrociati di corrispondenza tra funzionalità e esigenze. Misure relative di ricchezza funzionale tra prodotti competitivi sono disponibili largamente in letteratura, e sono normalmente fornite attraverso tabelle ove in corrispondenza di ogni funzione si danno le caratteristiche di ogni prodotto.

Tentativi di misurare in un modo più oggettivo la ricchezza funzionale di un prodotto sono già stati effettuati. Questi lavori, iniziati con il proposito di effettuare misure di produttività dei progetti software che siano più significative di quelle ottenibili contando le righe di codice, forniscono metodi di misura del contenuto funzionale in termini di *"punti funzione"*, e si basano su conteggi opportunamente pesati dei differenti tipi di informazione maneggiati da un programma (ingresso, uscita, flussi interni, interfacce esterne, modalità di interrogazione). [CROS 79], [HALS 77], [CHRI 81], [ALBR 79], [JONE 78], [ALBR 83], [BEHR 83].

7. I costi

Con questa voce si intende l'insieme dei costi di acquisto e di esercizio (per l'utente), oppure di quelli di sviluppo (o acquisizione) e di vendita e supporto (per il costruttore/venditore).

È questo il parametro che l'utente immediatamente associa all'insieme delle funzionalità, per valutare se il prodotto rientra nei limiti degli investimenti effettuabili da parte della propria organizzazione (Fig. 8).

L'approccio corretto richiede che i costi siano confrontati con i benefici: l'analisi dei benefici è solitamente più complessa, dato che alcuni parametri sono valutabili solo qualitativamente. Si sottolinea qui tuttavia l'importanza di questo confronto che, come già indicato, può essere impostato con l'ausilio di guide già disponibili (vedi [NBS 79], già citata).

8. La facilità d'uso

La *"facilità di uso"* è la proprietà di un prodotto di essere capace di ridurre, per l'utente finale, la complessità nella gestione e nell'uso del prodotto stesso. (*)

(*) Nota. La semplificazione delle operazioni per l'utente umano è spesso necessariamente accompagnata da una accresciuta complessità dei programmi, che devono assorbire, facendosene carico, la complessità intrinseca di certe applicazioni (vedi gli esempi, citati, di facilità di uso).

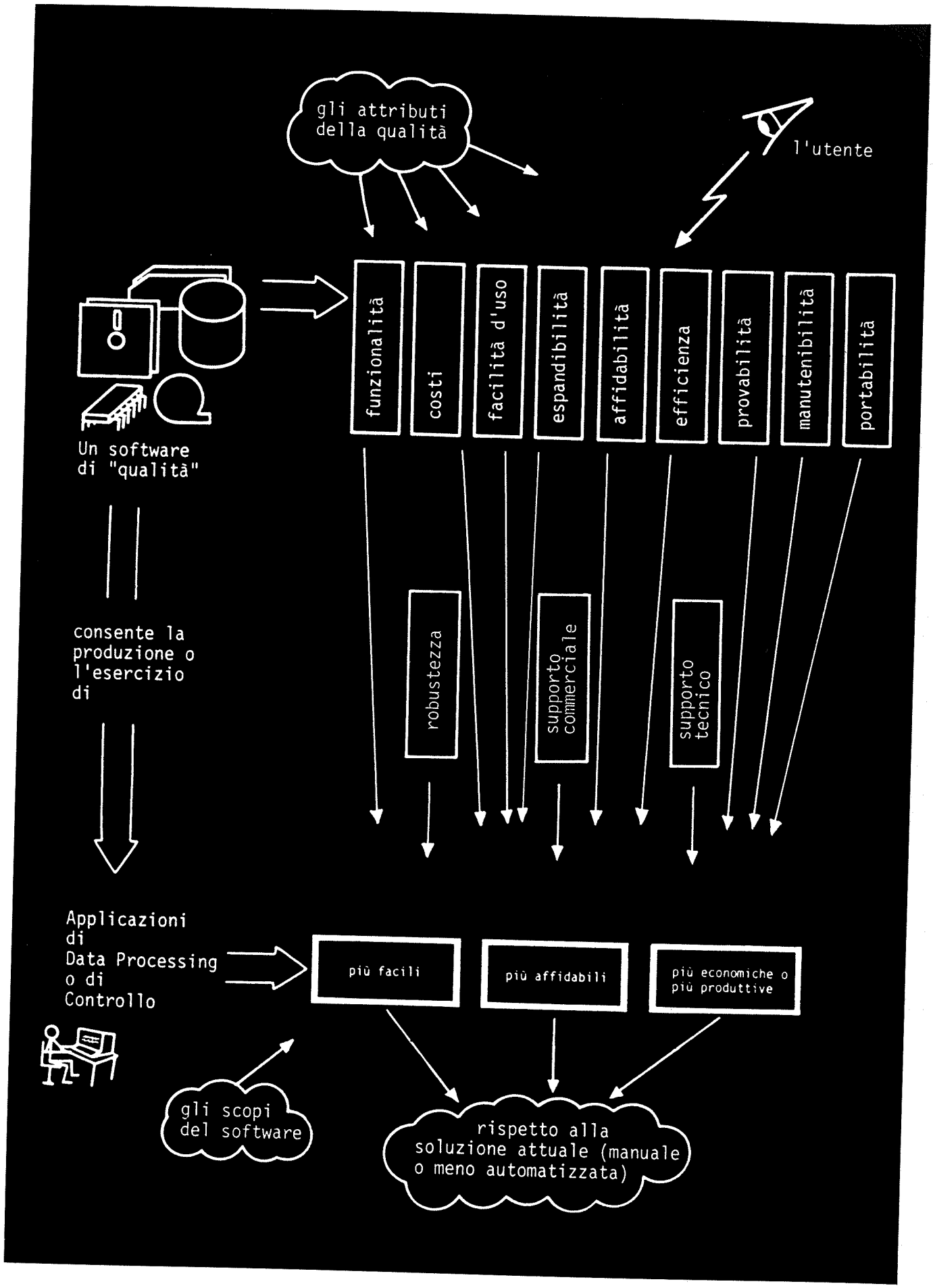


Fig. 6 - Gli attributi della qualità

Fig. 7 - La funzionalità

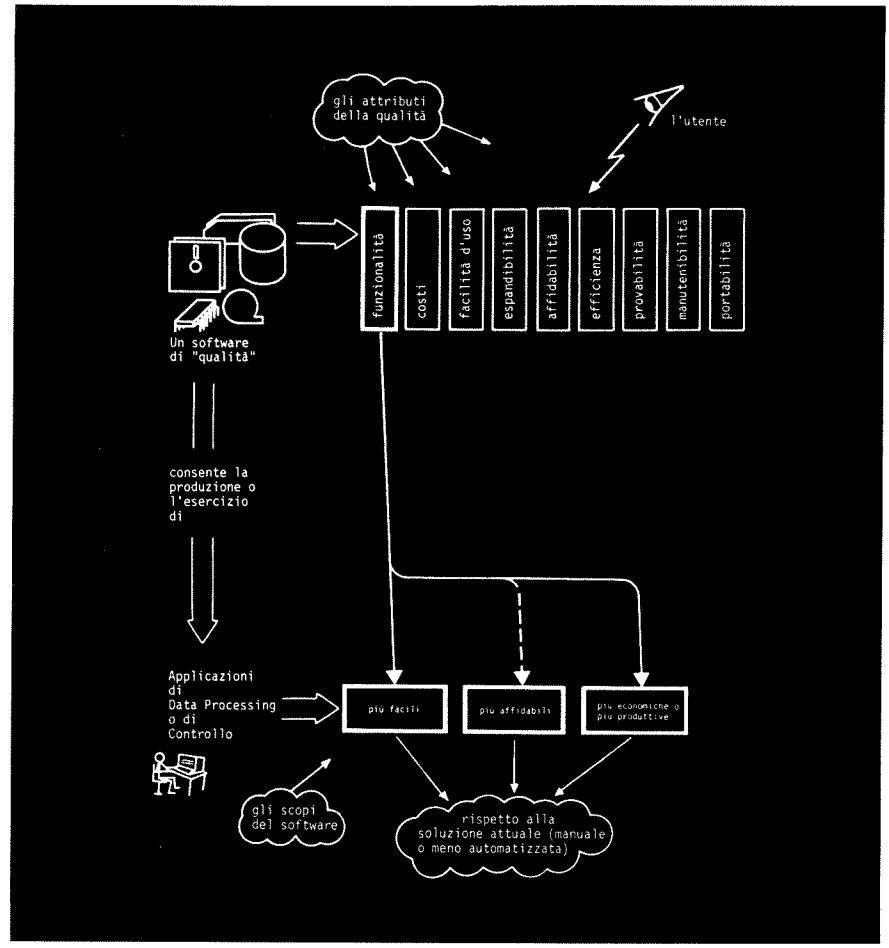
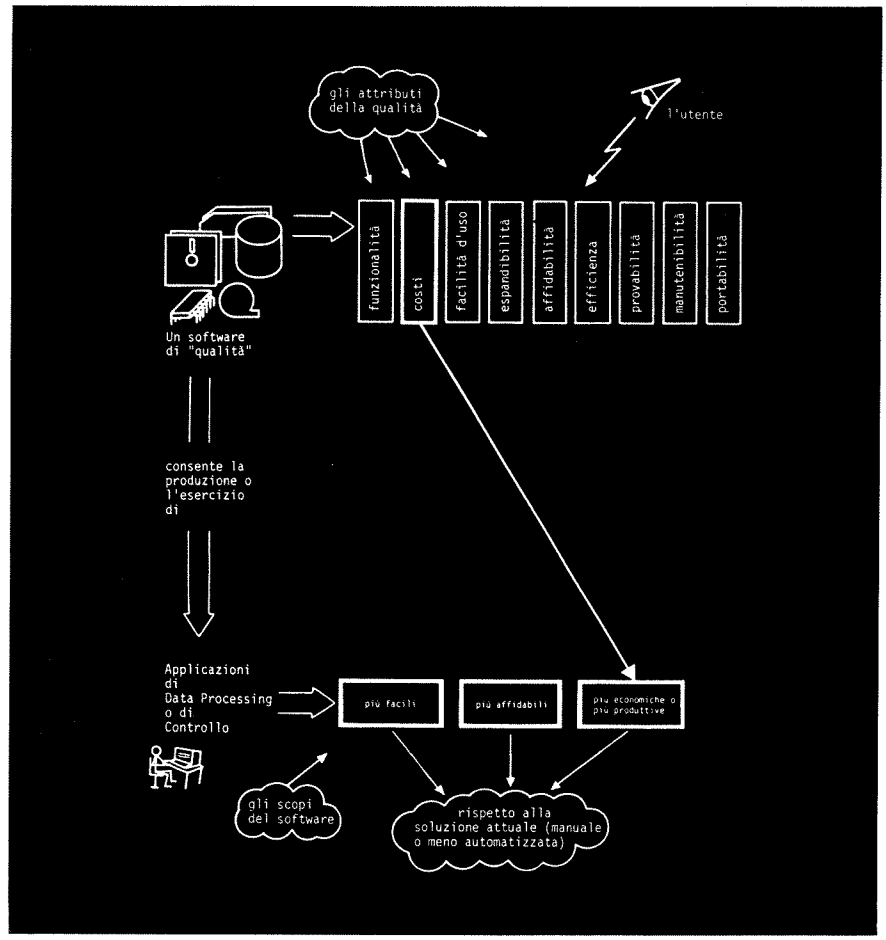


Fig. 8 - I costi



Generalmente questa capacità si appoggia ad un insieme di funzionalità semplici, modulari, evocabili attraverso un linguaggio di utente finale (end-user language) (o interfaccia uomo-macchina) aderente alla logica dell'attività o del problema organizzativo cui il prodotto vuole fornire una soluzione meccanizzata. L'interfaccia uomo-macchina è costituita possibilmente di poche parole-chiave, autoesplicative il più possibile, presentate ove opportuno in menù (o gerarchie di menù) omogenei: il tutto è adattabile all'esperienza dell'utente finale.

Un prodotto software facile da usare possiede inoltre le seguenti caratteristiche:

- una buona diagnostica degli errori dell'utente (i messaggi diagnostici devono essere tempestivi, espliciti, localizzanti cioè precisi nell'indicare la sede dell'errore, chiari nel richiedere azioni correttive)
- una documentazione di utente chiara, ricca di esempi
- costi di apprendimento bassi; apprendibilità da parte di personale non tecnico; informazioni d'uso e guide all'uso in linea, da richiamarsi interattivamente in caso di necessità di dettagli
- installabilità e riconfigurabilità semplice e veloce.

Seguono alcune considerazioni sulla facilità di uso.

La storia del software è la *storia di una facilità di uso crescente:* e ciò è una conferma di quanto, anche inconsapevolmente, la facilità di uso sia stata considerata come il principale scopo del software (la facilità d'uso ha condizionato anche la storia dello hardware - e condizionerà quella futura - , specie nelle apparecchiature di ingresso/uscita: ma una trattazione di questi aspetti, pur stimolante, esula dal tema di questo articolo).

Si vedano i *linguaggi.* I primi programmatori della storia dei calcolatori scrivevano i programmi direttamente in linguaggio macchina, con le corrispondenti difficoltà di scrittura corretta, di lettura e di messa a punto. (Si veda [HOPP 78], ove Captain Grace Murray Hopper presenta la storia assai interessante dei primi approcci alla programmazione (in ottale), dei primi esempi di librerie di subroutines e di generatori di programmi, il tutto guidato da ciò che la Hopper stessa sottolinea essere i due scopi principali del programmare di allora e di oggi: scrivere programmi corretti più velocemente, e ottenere risposte per l'utente più velocemente). I linguaggi assemblatori, con i codici simbolici e mnemonici per ogni singola istruzione e per ogni dato fornirono il primo ausilio al lavoro del programmatore. Il FORTRAN, il COBOL, il SIMULA sono gli esempi più noti di linguaggi definiti per rendere più facile la scrittura e la messa a punto di programmi in settori applicativi specifici: essi sono da considerarsi esempi tipici di aderenza ai problemi e alla cultura di settori specifici di utenti (gli scienziati e i matematici, gli amministrativi, gli scienziati e i ricercatori operativi).

Altri linguaggi (si veda in particolare ALGOL, PASCAL e ADA e altri non citati per brevità) si sono prefissati invece di rendere più facile il lavoro del programmatore di sistema con obiettivi espliciti di consentire la scrittura di programmi più corretti, più leggibili, più manutenibili.

Si vedano i *sistemi operativi.* Anch'essi nella loro grande crescita sono stati guidati, anche se non esclusivamente, da criteri di facilità di uso da parte dell'operatore e dell'utente finale. In tale ottica da notare sono il MULTICS, l'UNIX e suoi derivati, il CP/M e il MP/M, il MSDOS. In particolare l'interattività con l'utente finale è stata la base per grandi sviluppi rivolti alla facilità di uso.

Si vedano i moderni *sistemi di trattamento della parola e di trattamento dei testi.* I sistemi di trattamento della parola sono un esempio rilevante di facilità d'uso: in questi casi non solo è stato sviluppato l'hardware tipico dei terminali di questo tipo (tastiere con comandi orientati al maneggio di intere parti di testo, schermi speciali) ma l'intero software è progettato per semplificare (minimizzare) le operazioni richieste al compositore di un testo, il quale può dedicarsi quasi esclusivamente agli aspetti più estetici e più creativi del lavoro di composizione, provvedendo il software a curare tutti gli aspetti ripetitivi connessi con le correzioni, l'impaginazione, l'accesso e lo scorrimento del testo.

Tutti gli aspetti di evoluzione e estensione dei modi di *interazione e di dialogo con la macchina* sono esempi di facilità di uso crescente (in generale tra l'altro sono tutti realizzati attraverso opportuni sinergismi di meccanismi hardware e software), tutti tesi a minimizzare il numero di operazioni richieste all'utente e ad accrescere la qualità del suo lavoro:

- l'interfaccia a più finestre sovrapponentisi su schermo visualizzatore [BR 83] (che a sua volta è foriera di ulteriori evoluzioni nello stesso lavoro di ufficio).
- la comunicazione vocale (in ingresso e in uscita)
- l'impiego di schermi a contatto (touch-screens) e di dispositivi puntatori (mouse, cat, joystick, ecc.), che favoriscono la concentrazione dell'attenzione dell'utente sul contenuto dello schermo.
- la grafica e le sue applicazioni nei menù di dialogo (icons, [BAR 83]), nella documentazione, nei sistemi CAD e di grafica pubblicitaria.

La facilità di uso è diventata probabilmente l'aspetto più importante della qualità di un software e di un sistema: su questo aspetto tutti si battono per competere con i concorrenti nel proporre l'uso delle applicazioni al maggior numero di nuovi utenti non esperti. Ma anche l'utente esperto ricerca sempre più prodotti facili da usare perché ciò abbassa sensibilmente i costi di formazione del suo personale e di supporto interno.

Inoltre una elevata facilità di uso quasi sempre sottointende un disegno indovinato, dal punto di vista delle problematiche utente da risolvere, e dal punto di vista dell'architettura.

Una buona facilità di uso del software fornito dal costruttore di sistema (Fig.9) consente all'utente a sua volta di costruire le sue applicazioni in modo che esse stesse siano facili da

Fig. 9 - La facilità d'uso

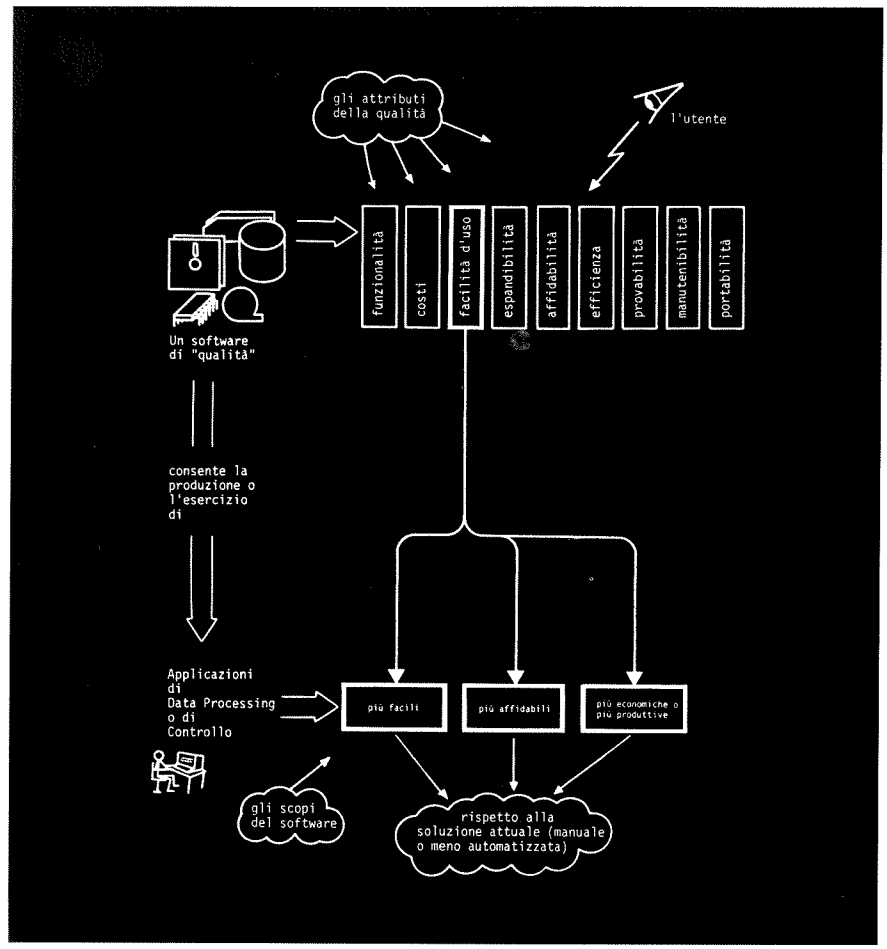
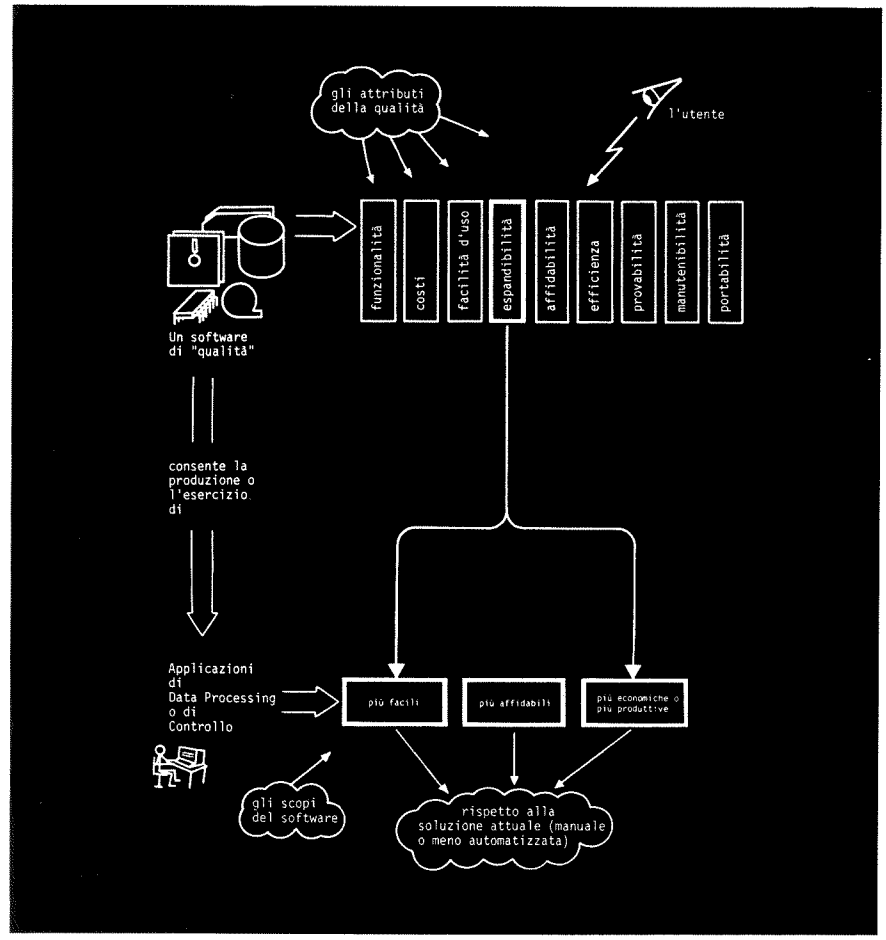


Fig. 10 - L'espandibilità



usare. Spesso infatti i programmatori e gli analisti si formano una mentalità e una cultura informatica molto legata a quella del sistema su cui essi lavorano: se il sistema ospite è complicato, gli ingegneri software creeranno delle applicazioni complicate, viceversa se il sistema su cui lavorano è semplice.

La facilità di uso ha un effetto benefico anche sulla affidabilità delle applicazioni dell'utente (sempre Fig. 9), perché grazie ad essa gli ingegneri software introducono meno difetti nel codice delle applicazioni da loro prodotte; e infine la facilità di uso riduce i costi e i tempi di analisi, implementazione, messa a punto e apprendimento delle applicazioni.

La facilità di uso è un attributo assai difficile da misurare in modo oggettivo: gli esempi noti di misura si basano sull'osservazione dei tempi di apprendimento e del tasso di errori commessi usando un dato prodotto software.

In una indagine molto accurata relativa all'importanza data dall'utente finale a un centinaio di requisiti [DZID 78], alla quale hanno risposto 230 utenti di sistemi, è emerso che i fattori più importanti della qualità "percepita" dall'utente sono raggruppabili sotto 7 voci principali:

- autoesplicabilità
- controllo continuo da parte utente dell'interazione uomo-macchina
- facilità di apprendimento
- adeguatezza al problema da risolvere
- corrispondenza alle attese dell'utente
- flessibilità nell'esecuzione dei tasks
- fault-tolerance

Si può vedere che le voci legate alla facilità di uso sono prevalenti.

In uno studio relativo all'evoluzione del comportamento utente in un sistema di teleconferenza, l'enfasi dell'utente esperto è posta sulla facilità e immediatezza di operazioni per comunicare, comporre, e reperire facilmente informazioni [HILT 81].

Il tema della facilità di uso e in generale dei fattori umani che condizionano l'uso efficiente dei sistemi è stato studiato sotto varie ottiche: aspetti psicologici [SHNE 80, CARD 80, BENB 81, BRAN 81, BENB 82]; analisi dei tasks dell'utente per definire opportuni profili di comportamento ai quali riferire le misure [CARD 80, EMBL 81]; influenza delle tecnologie dei devices di Input/Output [EMBL 81, HIRS 81, BRAN 81]; metodologie per costruire guide al progetto [CORD 82].

Le esperienze di misura dei vari aspetti di facilità di uso finora pubblicate si possono raggruppare in tre gruppi principali:

a) *Misure di velocità o efficienza,* tra cui il tempo medio per completare un task definito (CAR D80, LEDG 80, EMBL 81), la percentuale di tasks completati in un tempo definito (LEDG 80), il tempo di apprendimento (EMBL81), l'efficienza nel condurre e concludere i tasks (concetto che include la qualità e i costi degli errori commessi e corretti) (LEDG 80). In questo gruppo devono essere considerate anche le misure dei tempi di installazione, inizializzazione, e riconfigurazione

b) *misure sugli errori,* tra cui la classificazione degli errori commessi, la loro frequenza, la percentuale di comandi erronei, la percentuale di tempo speso nel correggere errori (BOIE74, CARD80, LEDG80, HIRS81, EMBL81)

c) *analisi comportamentale:* registrazione/osservazione del dialogo uomo-macchina per la costruzione di profili utente realistici [(BOIE74, EMBL81) e tutti i lavori citati dopo per gli strumenti di misura, per l'analisi dell'influenza dei tempi di risposta sul comportamento e la produttività dell'utente finale (BOIE74, EMBL81, THAD81), e per costruire modelli (CARD80, EMBL81)].

Gli strumenti di misura descritti negli articoli citati si basano su vari tipi di funzionalità hardware/software di monitoring e registrazione degli eventi (incluse le battiture del singolo tasto) al terminale e delle informazioni costituenti il dialogo uomo-macchina, nonché dei relativi tempi (assoluti e relativi) di ogni evento. Opportuni strumenti software di analisi scandiscono i flussi-storia così ottenuti per produrre le misure di cui sopra [BOIE74, CARD80, CLAR81, EMBL81, HIRS81, BALL82].

9. L'espandibilità

Per espandibilità si intende la possibilità di aggiungere a costi minimi nuove funzioni ad un prodotto.

L'utente dà una notevole importanza a questo aspetto, e fa sempre indagini sui piani di crescita e estensione di un prodotto e dei suoi modi d'uso e, per quanto riguarda i sistemi operativi, sulla capacità che questi hanno di ospitare il maggior numero possibile di nuove applicazioni.

L'incidenza sugli obiettivi dell'utente è diretta (Fig. 10): per esempio la possibilità di aggiungere nuovi comandi definiti dall'utente, più adeguati alle esigenze dello specifico utente (un esempio è dato dai comandi "abbreviati" di alcuni sistemi di word-processing) può consentire una maggior facilità di uso.

La modularità e la standardizzazione delle interfacce (sia esterne che interne) del prodotto sono i più importanti requisiti in favore dell'espandibilità.

Non sono note esperienze di misura dell'espandibilità; una proposta di misura dell'espandibilità (non ancora esperimentata) può essere la seguente (a fronte di effettive espansioni avvenute):

- numero di punti-funzione (oppure di migliaia di istruzioni nuove) aggiunti per mese-uomo speso (dove il mese-uomo è riferito solamente alle attività di modifica del prodotto da estendere, e non alle attività di acquisizione o sviluppo delle nuove funzionalità)
- numero di punti-funzione (oppure di migliaia di istruzioni nuove) aggiunti per ogni istruzione modificata o aggiunta sul prodotto (modificata o aggiunta al fine di dare al prodotto la possibilità di ospitare le nuove funzioni).

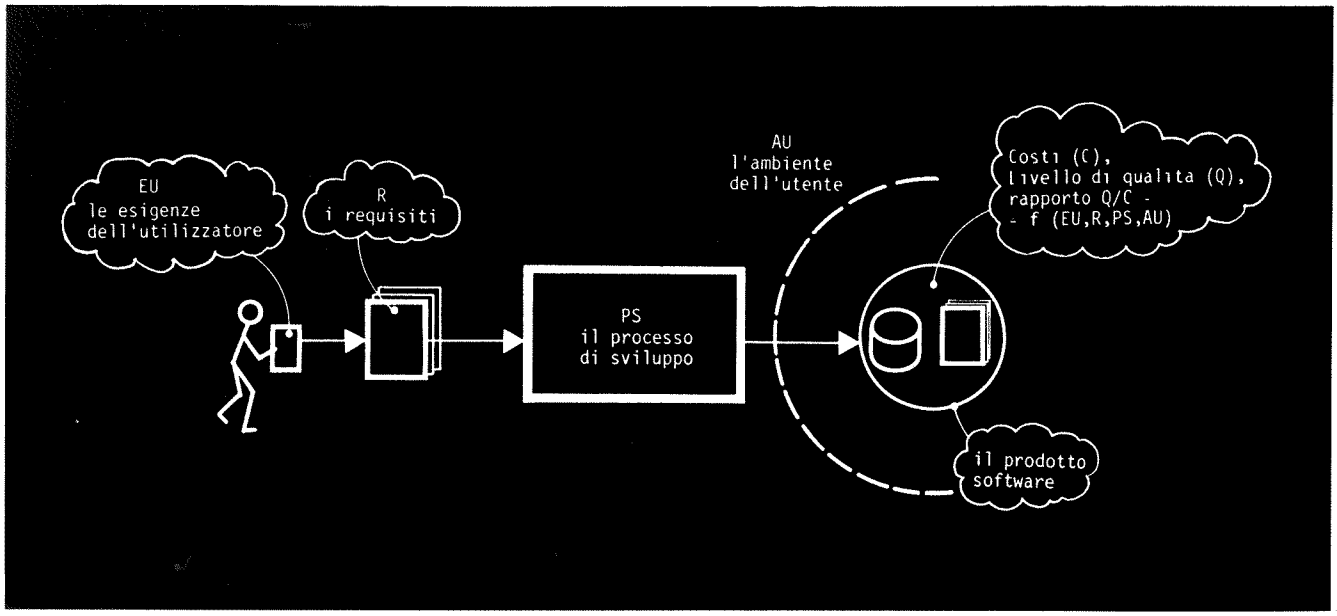


Fig. 11 - Lo scenario dell'affidabilità del software

10. L'affidabilità

L'affidabilità (reliability) del software può essere definita nei seguenti due modi [IEEE729]:

1) La probabilità che il software non provochi un malfunzionamento del sistema per un tempo specificato sotto condizioni pure specificate. Detta probabilità è funzione degli inputs al sistema e del modo di uso, nonché dell'esistenza di difetti (guasti, bugs) nel software. Gli inputs al sistema condizionano il fatto che tali difetti, se esistenti, siano incontrati
2) La capacità di un programma di eseguire una funzione richiesta sotto condizioni stabilite per un periodo definito di tempo
3) Oppure, dando una definizione generale, la probabilità che il comportamento del software aderisca alle specifiche

Insieme alla funzionalità, l'affidabilità [l'efficienza (prestazioni) è stata peraltro molto curata per altri motivi] è stata finora il fattore dominante negli approcci alla qualità, a causa della difficoltà di produrre un software senza difetti (bugs). È opinione degli autori che con il consolidarsi dell'ingegneria del software si diventerà sufficientemente capaci di produrre software ad alto livello di affidabilità, e che l'attributo predominante diventerà la facilità di uso. Tuttavia oggi la difficoltà di produrre un software corretto permane, così come difficile è considerata l'arte della misura dell'affidabilità; ciò fa si che un livello soddisfacente di affidabilità sia oggi l'elemento predominante nei lavori verso la qualità, quasi una precondizione per dedicare attenzione agli altri attributi. L'affidabilità del software usato incide non solo sulla affidabilità delle applicazioni, ma anche (a causa dei ricicli di correzione) sulla loro economicità o produttività (Fig. 15).
Sia l'utente che il costruttore non sono interessati a misure asettiche di affidabilità che forniscano pure indicazioni numeriche: ciò che interessa è sempre il poter ricavare da detti numeri un insieme di indicazioni operative per migliorare l'affidabilità, sia nel progetto in questione che nei prodotti futuri; e inoltre ciò che interessa non è effettuare misure nelle fasi finali del ciclo di sviluppo, quando è comunque troppo tardi e troppo costoso per intervenire, ma poter effettuare costruttivamente attività e misure già nelle fasi iniziali di un progetto, in modo da massimizzare l'affidabilità finale risultante.
I punti seguenti si può dire che riassumono la vera utilità delle misure di affidabilità.

a) poter valutare (al momento del rilascio e durante l'uso operativo) i rischi tecnici, di business e di criticità per le vite umane, connessi con l'impiego di un prodotto software
b) capire, durante il processo di sviluppo, quali sono i fattori di prodotto e di processo che influenzano l'affidabilità nella fase di uso operativo
c) suggerire azioni per prevenire gli errori e per scoprire e correggere i difetti (bugs) il più presto possibile lungo il ciclo di sviluppo, in modo da ridurre i costi e i ritardi associati con correzioni tardive.

Insieme con questi obiettivi, è importante analizzare lo scenario dei problemi che le misure di affidabilità intendono contribuire a risolvere (i concetti qui presentati sono gli stessi presi in considerazione dal gruppo di lavoro IEEE che sta preparando una "Guide to Software Reliability Measurements", lavoro a cui gli autori stanno partecipando).
L'affidabilità del software, come espresso anche nella prima definizione data, è una funzione dell'ambiente d'uso operativo, e della qualità del processo di sviluppo.

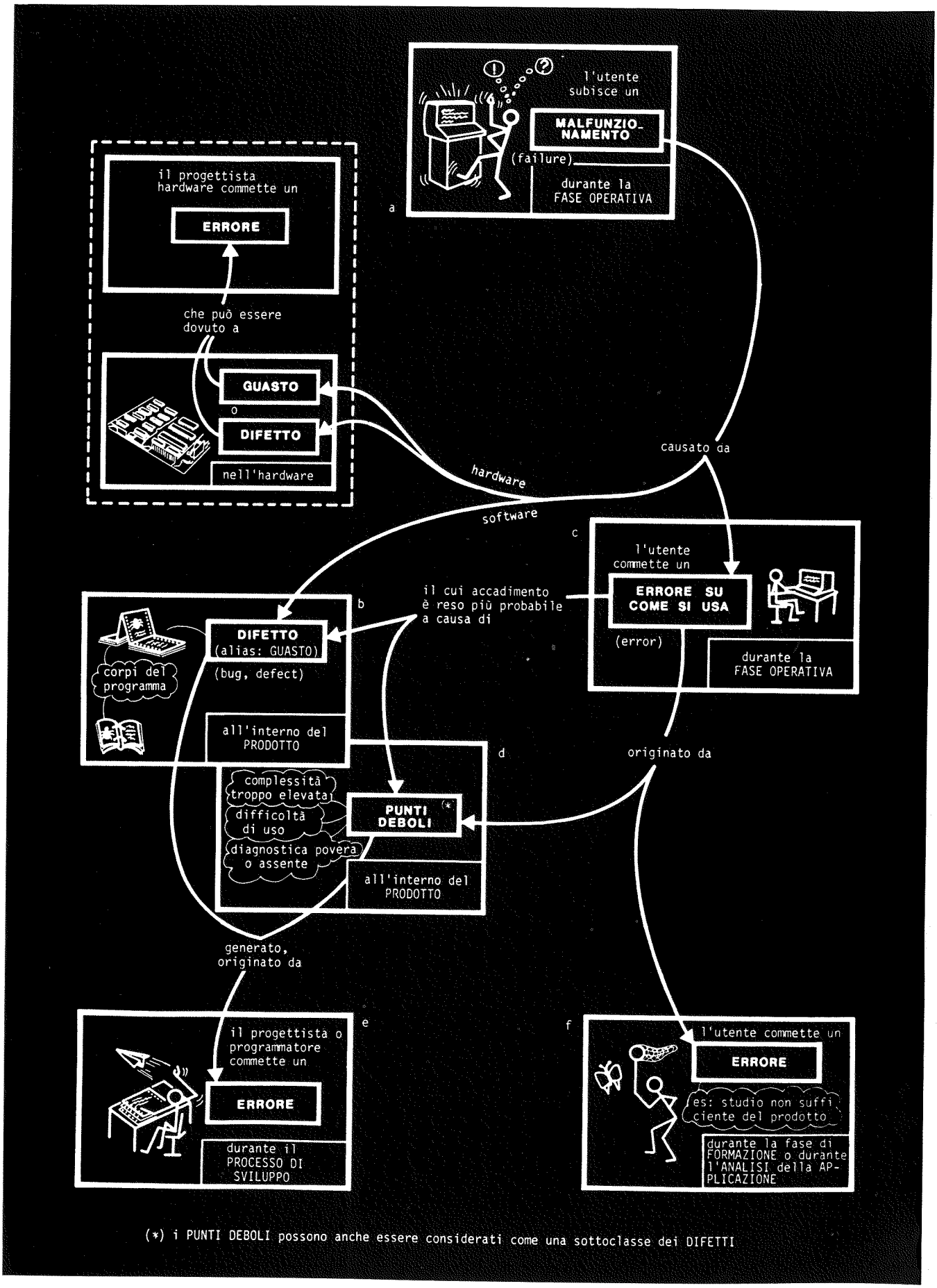


Fig. 12 La catena ERRORE/
DIFETTO/
MALFUNZIONAMENTO

La Fig. 11 illustra l'influenza del processo di sviluppo sul risultato finale, che può essere considerato come funzione di 4 fattori principali:

- l'intrinseca complessità e quantità delle esigenze dell'utente (EU) e dei requisiti funzionali (R) necessari per supportarle
- la qualità e l'efficienza del processo di sviluppo (PS)
- l'ambiente dell'utente (AU)

Mentre in questo scenario le esatte relazioni funzionali non sono note, è evidente che le attività e i prodotti incontrati lungo il ciclo di sviluppo influenzano o determinano l'affidabilità del prodotto rilasciato (per esempio, requisiti definiti in modo lacunoso possono portare a funzioni mancanti o non corrette nel prodotto finito); perciò un approccio ideale di misura consentirà di controllare (e costruire a gradini) l'affidabilità lungo l'iter di sviluppo, e non solo di verificarne lo stato a prodotto finito.

Oggetto delle misure di affidabilità è la catena (di eventi/entità) errore/difetto (bug) / malfunzionamento (Fig. 12).

Le definizioni dei termini sono preliminari alla descrizione della dinamica della catena.

Malfunzionamento (Failure)

1) Un malfunzionamento è il cessare della capacità di una unità funzionale di eseguire le funzioni richieste [ISO, (IEEE729)]
2) un malfunzionamento è l'incapacità di un sistema o di un suo componente di eseguire una funzione richiesta entro limiti definiti. Un malfunzionamento può avvenire quando un difetto (bug, fault) viene incontrato, (IEEE729)
3) (la seguente è una definizione più generale): un malfunzionamento è il mancato successo del sistema o di un componente nell'eseguire o supportare, quando usato, una funzione richiesta entro limiti definiti (e/o percepiti dall'utente) dei dominii di dati di input e output. Un malfunzionamento avviene quando l'utente percepisce una differenza tra il comportamento reale del sistema e il comportamento atteso.

Un malfunzionamento può avvenire quando si incappa in un difetto (bug) del programma o della documentazione, o in un difetto (bug) o guasto hardware (questo caso sarà trascurato in questa trattazione software), o in un errore di uso dovuto a documentazione non chiara o a formazione insufficiente.

Difetto (bug, defect, fault)

1) Una condizione accidentale che fa sì che una unità funzionale fallisca nell'eseguire una funzione richiesta [IEEE729]
2) Una manifestazione di un errore nel software. Un difetto, se incontrato, può provocare un malfunzionamento. Sinonimo di "bug". (IEEE729)
3) (Questa definizione è un raffinamento della 2): la proprietà fisica di un pezzo di codice o di un pezzo di testo di documentazione (proprietà erroneamente inserita nel codice o nel testo) di non essere capace di eseguire e/o supportare, se e quando usato, una funzione richiesta entro limiti definiti (e/o percepiti dall'utente) dei dominii dei dati di input e output. Come tale, un difetto è sempre una manifestazione di un errore nel software. Un difetto, se incontrato, può provocare un malfunzionamento. (Il concetto di difetto può includere, come sottoclasse, le "lacune" o "punti deboli" di un prodotto come, ad esempio, una complessità troppo elevata, una diagnostica povera o mancante, una difficoltà d'uso eccessiva).

Errore (Error)

Azione umana che risulta in un software contenente un difetto. Esempi includono omissioni o interpretazioni non corrette dei requisiti utente nelle specifiche, oppure una traduzione non corretta di detti requisiti nelle specifiche del disegno. Il concetto di errore si applica sia ad azioni che omissioni umane (anche se la causa dell'errore può stare nell'organizzazione in cui gli uomini operano) [IEEE729].

La Fig. 12 rappresenta il processo che deve essere ottimizzato (numero di malfunzionamenti nullo o minimo) con il supporto di adeguate misure.

Il processo può anche essere visto come una serie di cause ed effetti che ha l'origine negli errori (e,f) commessi dai progettisti o dagli utenti.

Questi errori sono la sorgente dei difetti (e lacune) (b,d) nel prodotto, o di errori d'uso (c) nel comportamento del personale dell'utente.

L'effetto finale è il malfunzionamento (a) che è causato, come puntualizzato nella definizione di malfunzionamento già data, dall'aver incontrato un difetto, o dall'aver commesso un errore d'uso non catturato dalla diagnostica del prodotto.

L'approccio alle misure che il gruppo IEEE sta adottando è globale; tenendo conto degli scenari descritti esso punta a

- minimizzare gli eventi di malfunzionamento durante la fase di uso operativo
- dare la capacità di prevedere la probabilità e la frequenza dei malfunzionamenti durante la stessa fase di uso operativo.

La minimizzazione dei malfunzionamenti richiede che un'attenzione specifica sia data, lungo il proceso di sviluppo, a tutti i possibili mezzi di

a) prevenzione degli errori e dei difetti
b) rivelazione e rimozione tempestiva dei difetti

L'obiettivo a) è perseguibile con l'impegno di personale con la giusta competenza e esperienza, l'adozione di metodologie adeguate di progetto, di specifica, di documentazione, un continuo aggiornamento di persone e metodi.

L'efficienza nel prevenire errori e difetti è controllabile tramite adeguate misure e analisi degli stessi.

L'obiettivo b) è perseguibile attraverso la effettuazione sistematica di attività di validazione ad ogni fase del ciclo di vita (testing statico: revisioni, inspections; testing dinamico: prove in macchina a livello di componente, sottosistema, e sistema).

L'efficienza nello scoprire e rimuovere i difetti è controllabile tramite

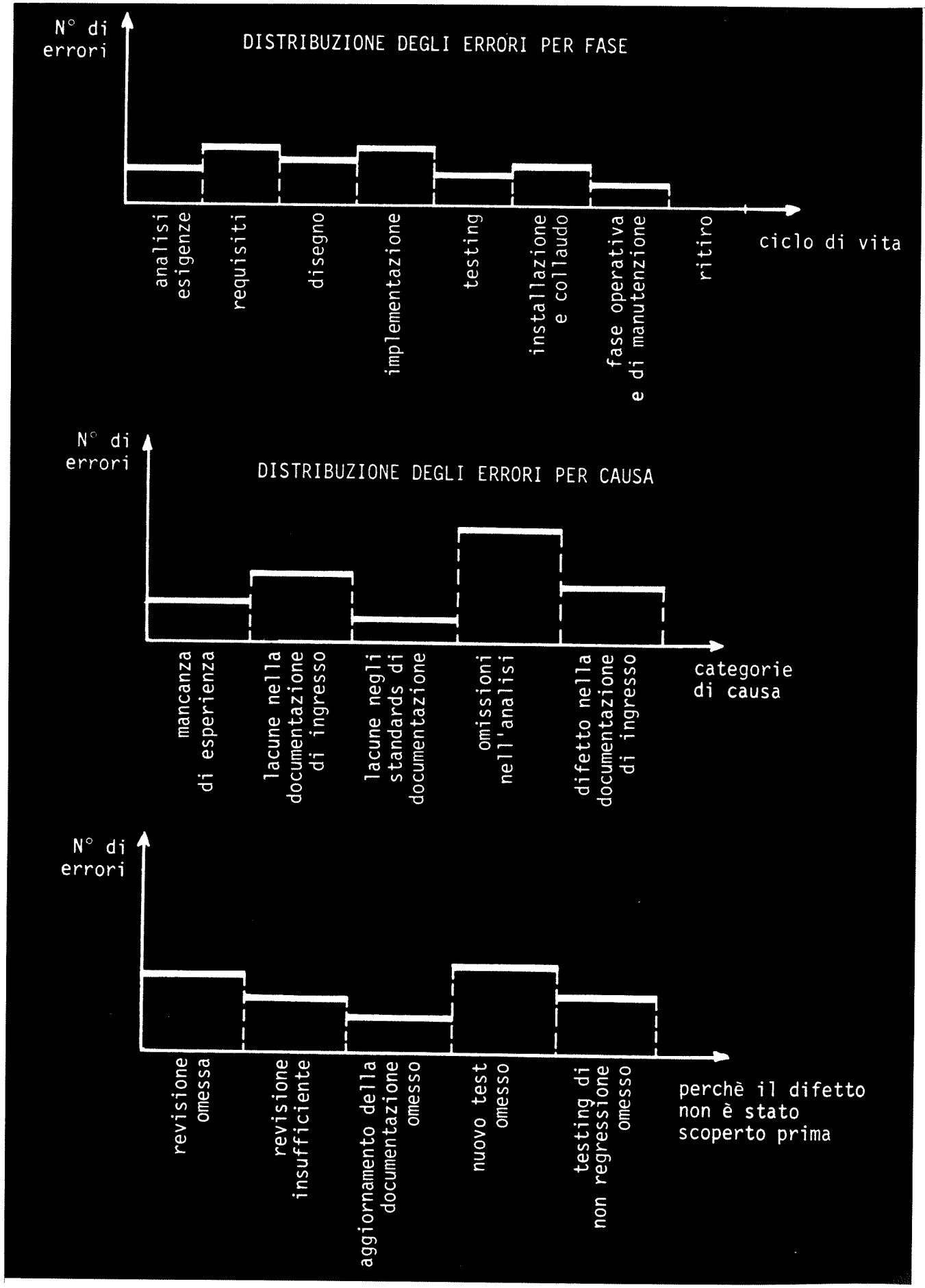


Fig. 13 - Analisi degli errori: esempi

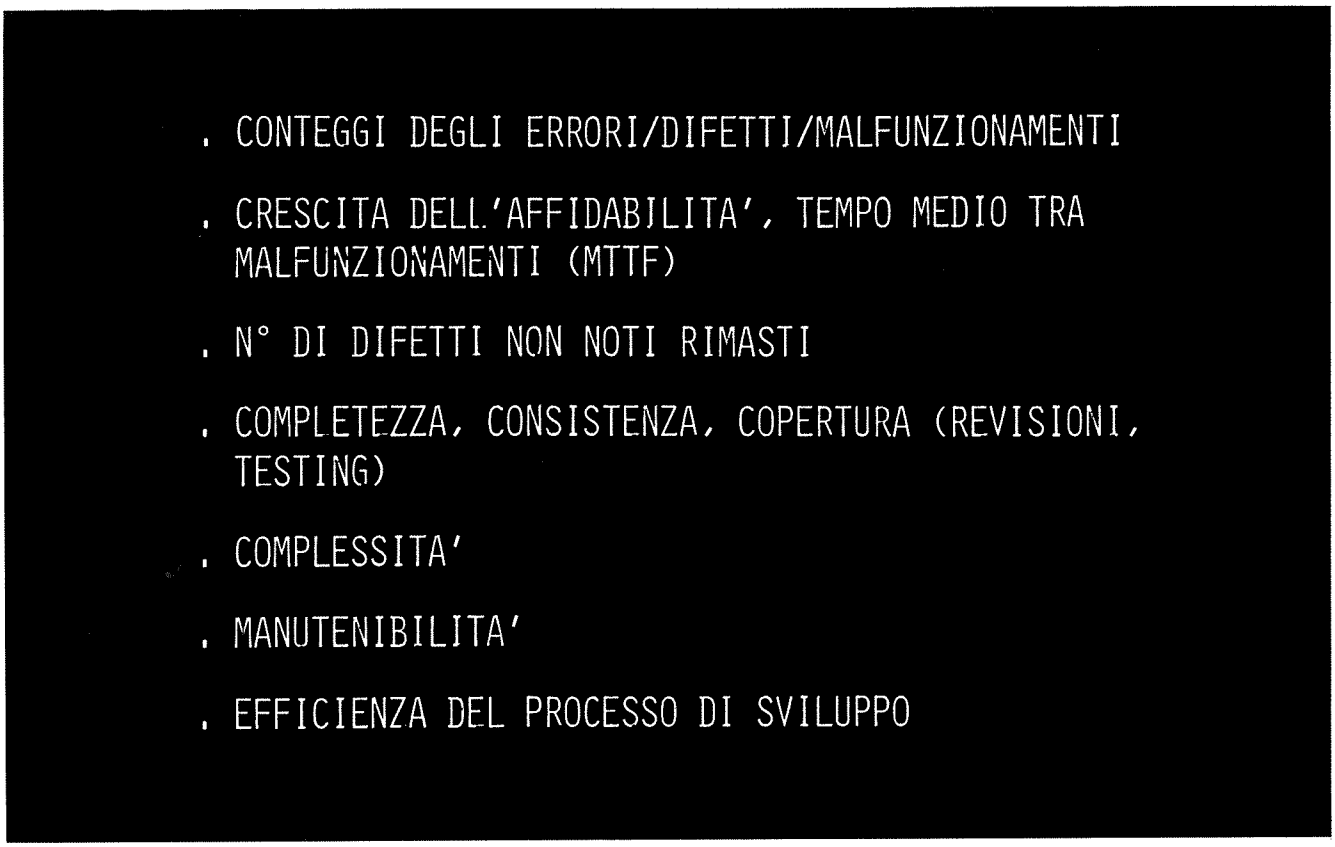


Fig. 14 - Misure che contribuiscono alla stima della affidabilità

misure di copertura funzionale e topologica del testing effettuato, e dei ritardi di individuazione rispetto al tempo in cui il difetto è stato generato.

Prima di fare riferimenti specifici alle misure, si vuole qui sottolineare l'importanza di una registrazione accurata e completa delle informazioni relative a malfunzionamenti, difetti ed errori come condizione necessaria per effettuare analisi e misure significative. E inoltre porre enfasi sulla duplice utilità di questi tipi di misure e analisi: esse non solo riguardano il prodotto e la sua affidabilità, ma anche il processo di sviluppo e la qualità.

È soprattutto infatti l'analisi degli errori (con il significato che il termine errore ha in questo articolo e secondo lo standard IEEE729) che è capace di produrre misure di processo suscettibili di dare indicazioni preziose di come migliorare il processo stesso di sviluppo e quindi poi l'affidabilità finale del prodotto.

La Fig. 13 mostra degli esempi di analisi degli errori che, attraverso semplici classificazioni, già sono indicative delle aree di attività di sviluppo che richiedono eventuali interventi migliorativi.

La letteratura sulle misure di affidabilità è immensa: non è questo articolo la sede più adatta per trattare nei dettagli tecnici e matematici il tema, (anche se vengono date indicazioni bibliografiche) a causa della complessità dei modelli matematici che sono stati studiati. Si vuole qui invece esporre le modalità di approccio costruttivo che l'IEEE sta seguendo nella formulazione della guida citata, nella convizione che la presentazione di alcuni concetti aiuti il diffondersi di una pratica di approccio globale al problema.

Anzitutto va detto che le misure di affidabilità non sono tipiche delle fasi finali del progetto, ma ogni fase del progetto è suscettibile di misura.

La guida in corso di preparazione intende dare indicazioni concrete anche sulle misure tipiche delle fasi iniziali.

Un secondo aspetto da evidenziare riguarda le classi di misure differenti (tutte in qualche modo legate all'affidabilità) che sono state già sperimentate (vedi Fig. 14).

Un primo grosso raggruppamento riguarda metodi di misura che mirano a fornire stime dell'affidabilità in modo diretto.

Fanno parte di questo primo gruppo di *misure dirette di affidabilità* le seguenti classi:

- conteggi degli errori/difetti/malfunzionamenti
- crescita dell'affidabilità, MTTF
- numero di difetti (bugs) non noti rimasti
- completezza, consistenza, copertura

Un secondo gruppo di misure, che possiamo chiamare invece misure *indirette di affidabilità,* riguarda alcune caratteristiche dei programmi o del processo di sviluppo, che sono

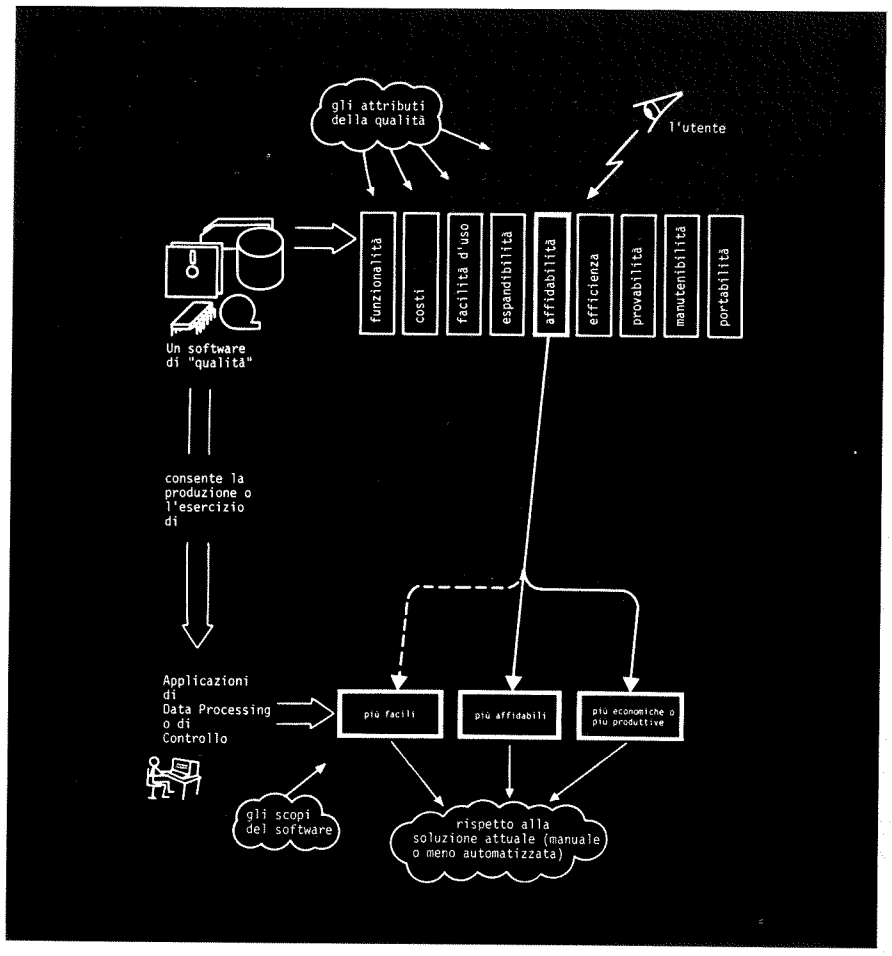


Fig. 15 - L'affidabilità

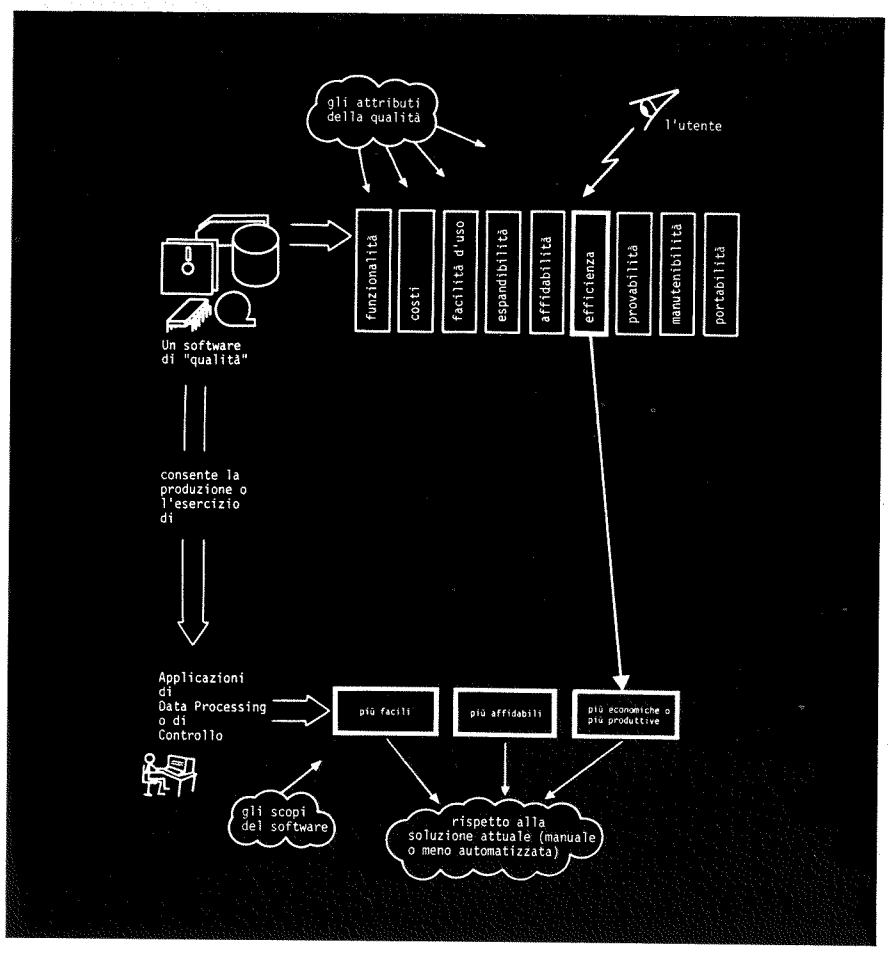


Fig. 16 - L'efficienza

studiate anzitutto con lo scopo di garantire la massima semplicità e leggibilità dei programmi.

Le misure ottenute in questo modo sono collegabili all'affidabilità attraverso opportune analisi di correlazione. Fanno parte di questo secondo gruppo le seguenti classi:

- conteggi delle modifiche
- complessità
- manutenibilità
- efficienza del processo di sviluppo.

La lista che segue vuol fornire alcuni riferimenti bibliografici, che possono orientare in un approfondimento:

- Conteggi e classificazione di errori/difetti/malfunzionamenti [ENDR75, RZEV82, BASI81, FAGA76, JONE77, JONE78, JONE79, Albert in MILL78, Young in CURT81, MISR83]
- crescita dell'affidabilità, tempo medio tra malfunzionamenti (MTBF) [MOHA 79, RAMA82, IEEE79, MUSA75, MUSA80, GOEL79, JELI72, MISR83, GOEL80, LITT80, SHOO83]
- completezza, consistenza, copertura (Revisioni, testing) [FAGA76, MILL77, YOUR79, MILL78, MILL 81, NEIL80, QUIN80, CERI81, Miller in IEEE81, SRAS82]
- numero di difetti (non noti) rimasti [MUSA80, GOEL79, SHOO83, MORA75, HALS77, MILL72]
- conteggi delle modifiche [WEIS82, BASI81, Basili in BASI80]
- complessità [McCA76, HALS 77, CURT79, CHRI81, McCA81, Laughlin in IEEE81, vari autori in BASI80, HALL83]
- manutenibilità (vedi la voce specifica più avanti)
- efficienza del processo di sviluppo [MILL76, JONE78]

11. L'efficienza (prestazioni)

L'efficienza è definita come la capacità del prodotto software o di un sistema di eseguire le funzioni richieste con il consumo minimo di risorse di calcolo [IEEE729] o, comunque, con un ammontare di risorse di calcolo impiegate entro limiti predefiniti (ove per risorse di calcolo si intende normalmente tempi di elaborazione (e quindi di risposta), impegno delle unità di elaborazione, impegno della memoria principale e di massa).

L'influenza dell'efficienza sull'economicità o produttività delle applicazioni (Fig. 16) è intuitiva: tra i vari studi disponibili, è utile ricordarne uno recente che ha analizzato l'influenza determinante del tempo di risposta nei lavori interattivi sulla produttività dell'utente finale, mostrando come tempi di risposta assolutamente minimi siano essenziali [THAD81].

Le prestazioni di un sistema richiedono un'attenzione e competenze dedicate fin dalla fase di progetto iniziale: la scelta architetturale è determinante, e va verificata tempestivamente al tempo del disegno tramite modelli analitici o simulazioni.

Durante l'implementazione inoltre, verifiche intermedie sulle prestazioni elementari a livello componente e sottosistema sono necessarie per verificare che il cosidetto "budget" di prestazioni allocato al singolo componente sia stato rispettato.

Infine misure globali a livello sistema vanno effettuate sull'intero nuovo prodotto, sui prodotti della concorrenza (i cosidetti "competitors") e sul prodotto (il "market target") che si intende sostituire o estendere con quello nuovo [ROSSI79].

Al fine di dare alle misure di prestazioni la massima aderenza al mondo reale e, insieme, associare ad esse un criterio chiaro di interpretazione, è essenziale la scelta di una metodologia di misura [ROSSI79] basata sull'impiego di carichi di lavoro (workloads) realizzati con l'impiego di programmi campione (benchmarks), il mix dei quali rappresenta il modello del profilo utente medio ricavato attraverso opportune indagini presso gli utilizzatori reali.

La letteratura sui metodi e strumenti di misura delle prestazioni è assai ricca: oltre al lavoro [ROSSI79] che è dedicato a chiarire l'approccio basato sui profili utente, si fa qui menzione dei lavori [FERR78], [ALLE80], [FERR80] come lavori introduttivi e l'intera collezione ACM di "Performance Evaluation Review" [SIGMXX].

12. La provabilità

Per provabilità si intende la proprietà di un programma di poter essere provato (verificato) (ai fini della correttezza e dell'efficienza) nei suoi moduli e come sottosistema, ma senza la necessità di impiegare l'intero sistema in cui dovrà essere integrato, al fine di rendere più facile, meno costosa, e più tempestiva la verifica che difetti siano assenti, o la localizzazione di essi (se del caso).

L'importanza della provabilità ai fini dell'affidabilità e dell'economicità/produttività delle applicazioni (Fig. 17) è intuitiva: a questi stessi fini è determinante il contributo alla riduzione dei costi di verifica e correzione e alla riduzione dei ritardi che si ottiene grazie ad una buona provabilità.

Misure quantitative di questo attributo non sono note.

Poiché tuttavia una buona provabilità si basa anche sulla possibilità di impiegare, a supporto delle prove, una serie di strumenti [monitors, simulatori, debuggers, flaggers/profilers, analizzatori di codice e testo basati sulla "tracciabilità" (possibilità di evidenziare la correlazione esistente tra singoli requisiti e singoli elementi di specifica di disegno, oppure tra requisiti e programmi di prova, etc.)], una possibile misura della provabilità di un programma o di un sistema potrebbe essere data dal rapporto tra il numero di moduli "provabili" e il totale dei moduli, ove per modulo provabile si intende un modulo la cui prova sia effettuabile singolarmente usando uno strumento predefinito, oppure un modulo dove misure effettive (di efficienza, di copertura, di reliability) siano realmente fattibili grazie alle caratteristiche con cui è stato progettato.

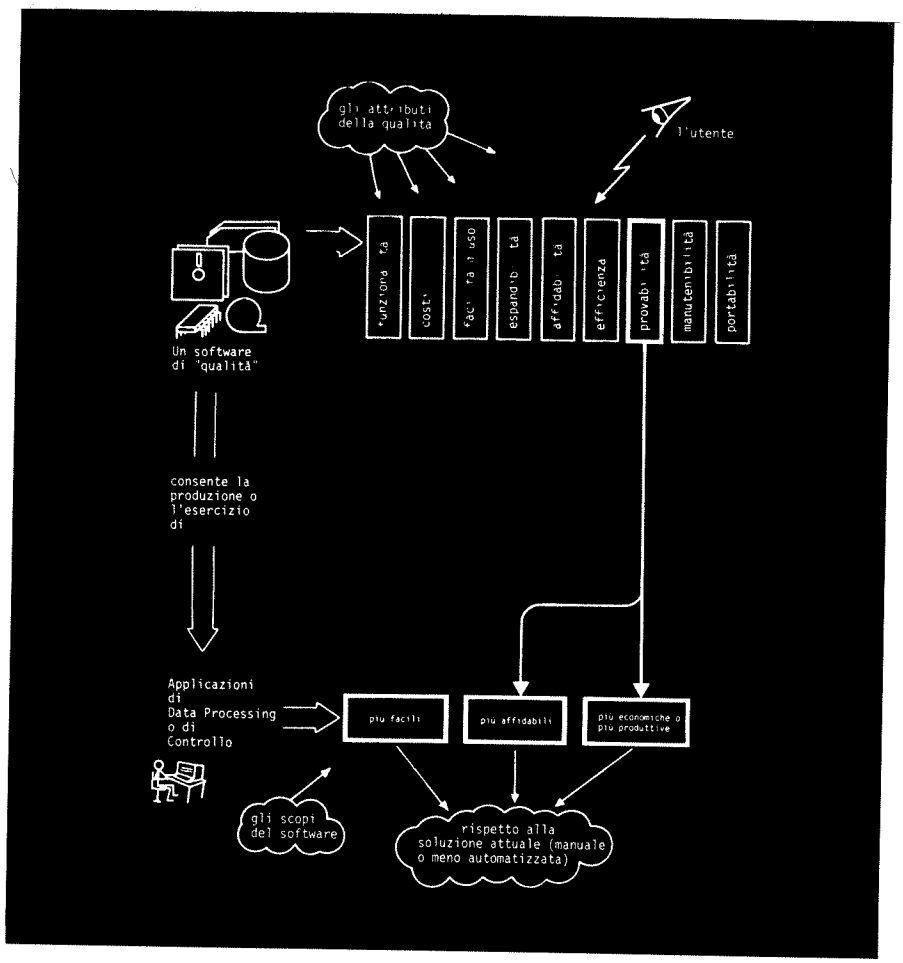


Fig. 17 - La provabilità

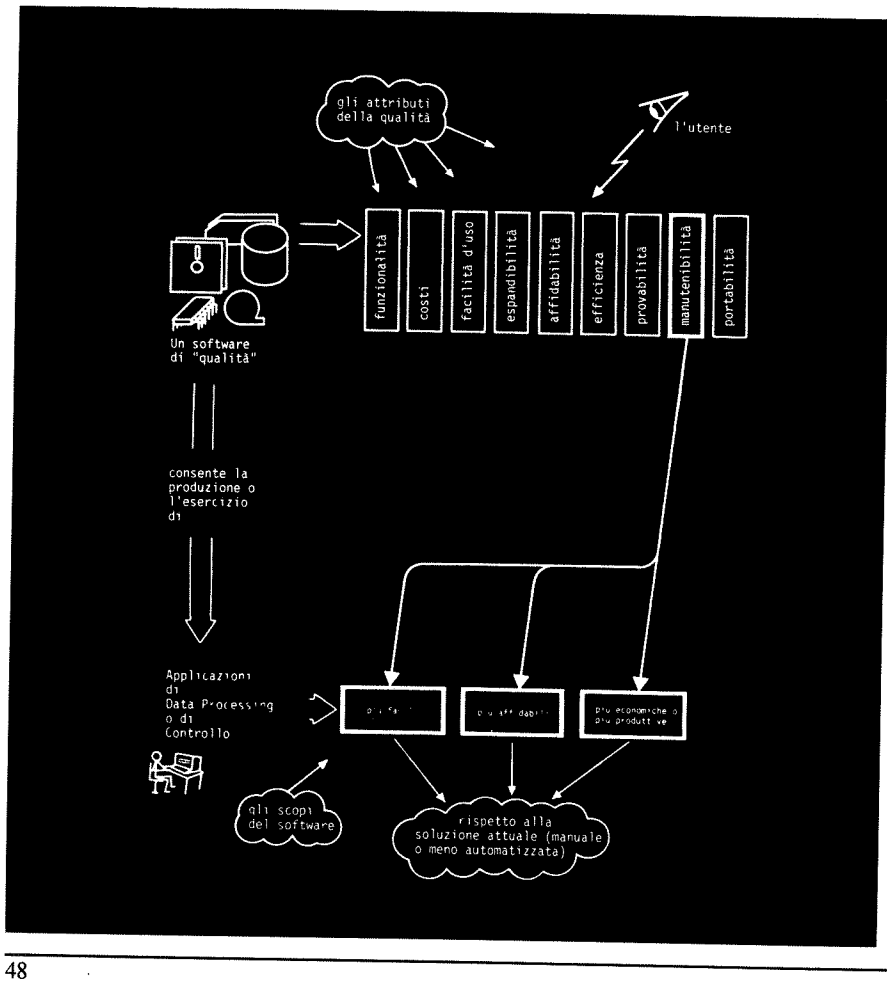


Fig. 18 - La manutenibilità

A parte questo aspetto concettuale, la provabilità è un attributo che ha implicazioni importanti, tutte basate sul criterio di anticipare al massimo il testing durante il ciclo di sviluppo, sia per quanto riguarda il testing statico (revisioni, inspections) che per quanto riguarda il testing dinamico in macchina.

In quest'area si vogliono citare i lavori [McCa82] e [POWE82]: il primo fornisce criteri fondamentali per una ottimizzazioni dei tests di componente, il secondo dà un inquadramento generale, molto informativo anche, dei metodi e strumenti di testing usabili lungo tutto il ciclo di sviluppo.

13. La manutenibilità

Per manutenibilità si intende la proprietà di un programma di essere tenuto in uno stato definito in cui esso esegue le funzioni richieste, o di essere riportato a questo stesso stato entro un periodo definito di tempo [IEEE729].

Spesso per manutenibilità si intende comunque anche la proprietà di un programma di poter incorporare a costi relativamente bassi piccole estensioni (ciò che in questo lavoro si è voluto più propriamente chiamare "estendibilità").

L'impatto di una buona manutenibilità è generale su tutti gli aspetti delle applicazioni dell'utente (Fig. 18).

I costi della manutenzione (sia correttiva che estensiva) sono alti: diversi autori stimano questi costi oscillare tra il 50% e il 70% dell'intero ciclo di vita.

L'utente stesso dà una grande importanza a questo aspetto, che riguarda le sue stesse applicazioni: una richiesta fatta presso utenti [LIEN78] mostra che il 55% di essi annette più importanza alla manutenibilità che agli altri aspetti delle attività di sviluppo, e che un altro 35% dà importanza uguale.

Diversi autori hanno fornito contributi sul problema di come costruire un software facilmente manutenibili e estensibile [MART83] [LIEN80]: le indicazioni date si basano soprattutto sulla autodocumentazione, sulla standardizzazione delle interfacce, sulla modularità, sull'integrazione con strumenti di testing locale, di debugging, di logging.

Vari tipi di misura sono possibili, tra cui:

- tempo (o costo) medio per diagnosticare (capire la natura della causa del malfunzionamento)
- tempo (o costo) medio per "debuggare" (per localizzare il difetto e definire la correzione)
- tempo (costo) medio per riparare (applicare e verificare la correzione)
- livello di autodocumentazione (l'ammontare di informazione-commento inserita nel corpo del programma, per migliaia di istruzioni).

14. La portabilità

La portabilità è la facilità con cui un programma può essere trasferito e fatto funzionare da un sistema di elaborazione ad un altro [IEEE729].

I vantaggi sono chiari (Fig. 19): la portabilità non solo incide su risparmi e produttività, ma anche e soprattutto sulla affidabilità (una applicazione già collaudata e corretta in un certo ambiente, continua a mantenere i requisiti di affidabilità nell'ambiente nuovo).

La diffusione dei sistemi che più sono stati "trasportati" (CP/M, MS-DOS, UNIX, UCSD Pascal, etc.) è una nuova prova chiara di questi vantaggi.

L'indipendenza sia del codice che dell'architettura del prodotto dagli aspetti specifici di architettura della macchina ospite è l'aspetto determinante per la portabilità.

Un altro aspetto correlato con la portabilità è la compatibilità (proprietà di essere un superset funzionale) di un programma di sistema con le sue versioni precedenti: ciò garantisce la portabilità delle applicazioni dell'utente. Misure della portabilità non sono note.

Una misura possibile potrebbe essere (a consuntivo) data dall'indice "numero di istruzioni modificate o aggiunte (nel trasporto) per migliaia di istruzioni originarie".

Una altro indice potrebbe essere dato dal numero di istruzioni o comandi che si scostano da uno standard definito, rispetto al totale.

15. La robustezza

La robustezza si può definire come segue:

1) La capacità del software di continuare a operare correttamente, nonostante l'immissione di dati e comandi non validi [IEEE729]
2) La capacità di un programma (o di un sistema) di sopportare errori utente o guasti di sottosistema senza arrestarsi nè abortire (quando necessario), ma segnalando l'errore, continuando il dialogo e l'elaborazione.

Un sistema robusto non solo sopporta l'errore, ma informa e guida l'utente nella correzione: i suoi benefici perciò (Fig. 20) sono anche sensibili sulla facilità di uso.

L'attributo "robustezza" è mostrato in Fig. 20 come una possibile sottovoce della facilità di uso o dell'affidabilità, in quanto questa caratteristica è spesso percepita dall'utente sotto una di quelle due ottiche.

La robustezza si basa su un'accurata analisi dei modi d'uso reali degli utenti e una corrispondente diagnostica inserita nel prodotto.

Una misura della robustezza può essere data dal rapporto tra il numero di errori-utente correttamente segnalati dal sistema, e il totale degli input erronei possibili.

16. Il supporto tecnico

Per supporto tecnico si intende l'insieme dei servizi disponibili all'utente a favore dell'uso più efficiente di un prodotto:

- formazione, addestramento all'uso
- supporto alle analisi applicative e organizzative
- servizio di manutenzione

Benché questi servizi non siano strettamente parte del prodotto finito "programmi più documentazione" ma facciamo più propriamente parte dell'organizzazione che vende

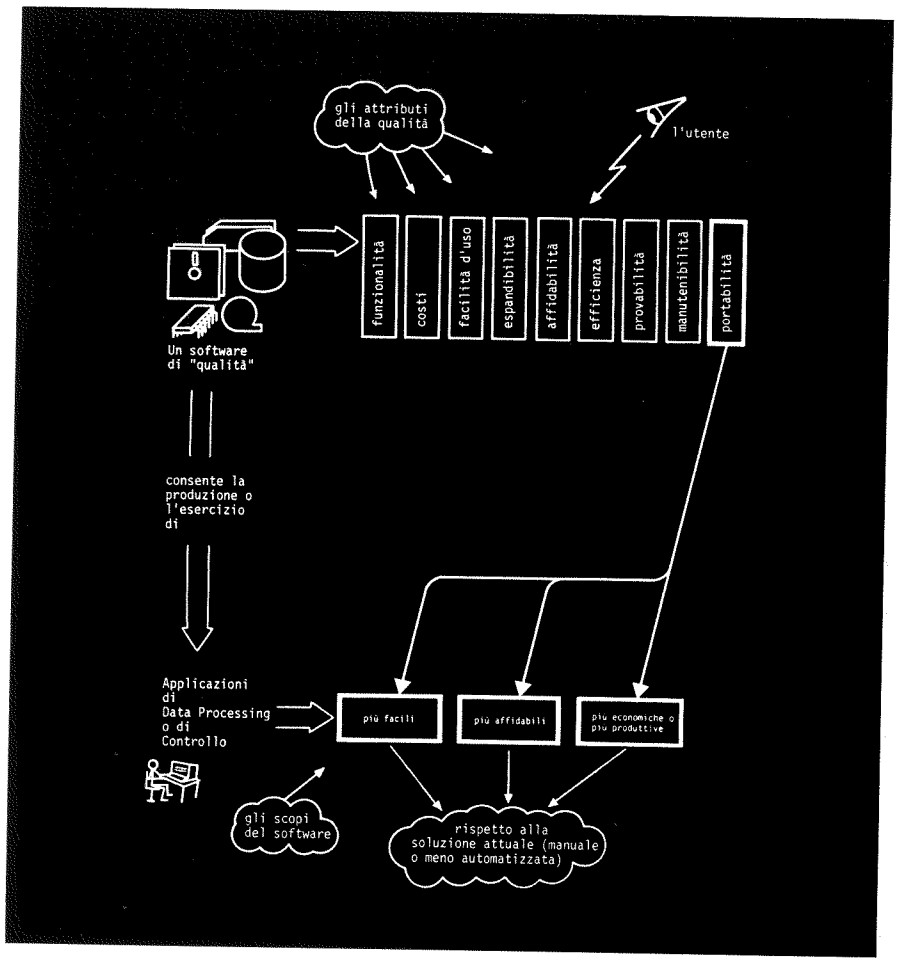


Fig. 19 - La portabilità

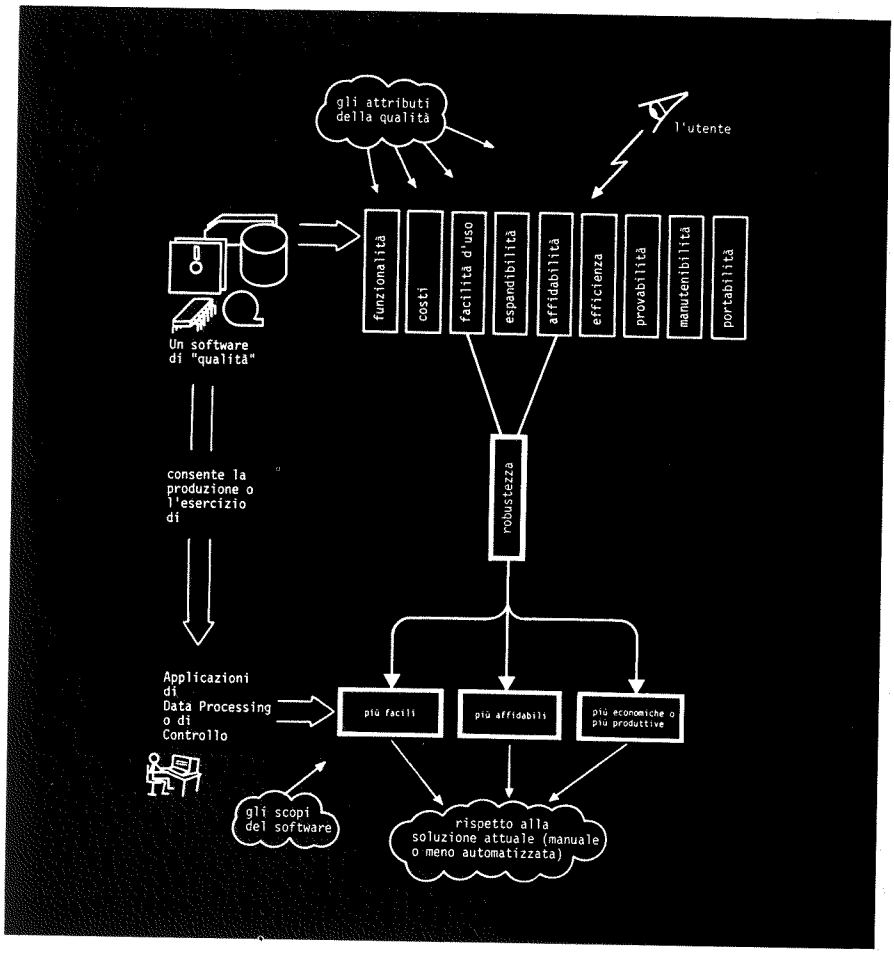


Fig. 20 - La robustezza

Fig. 21 - Il supporto tecnico

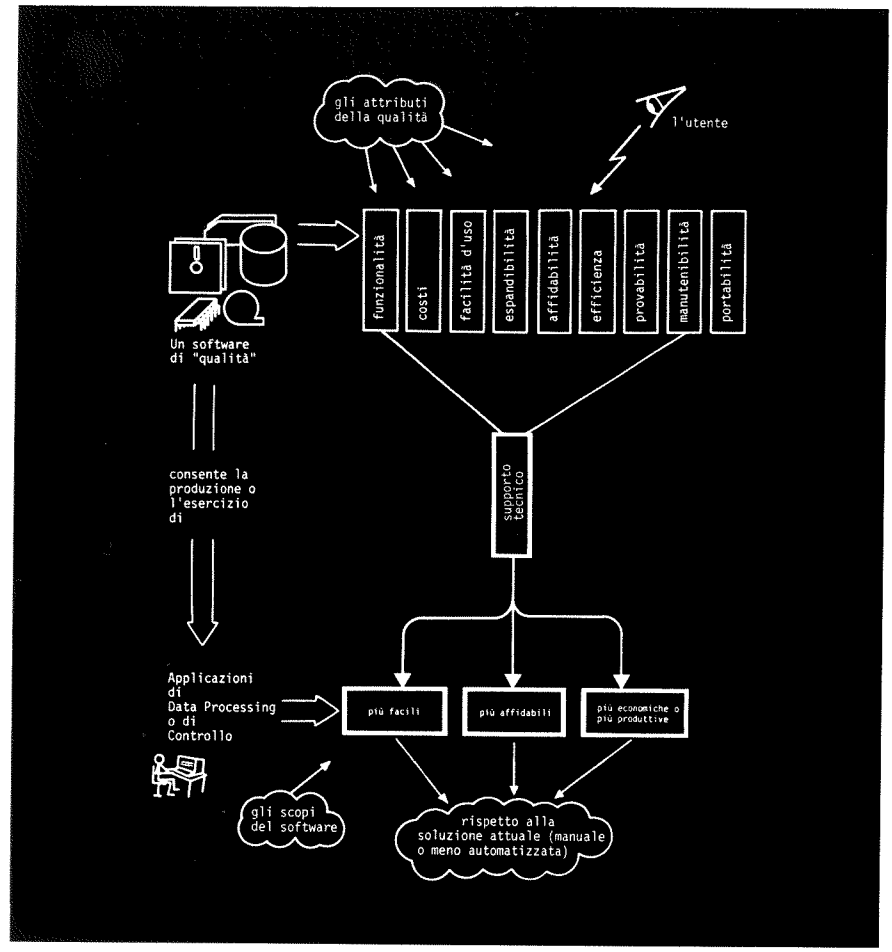
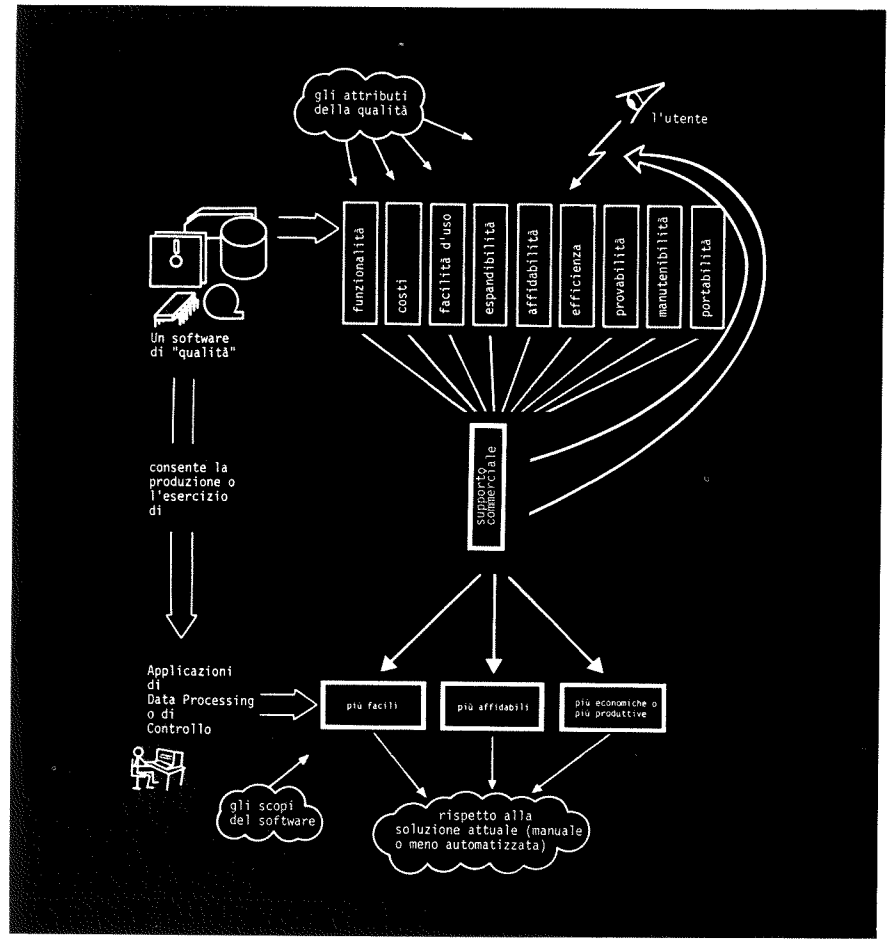


Fig. 22 - Il supporto commerciale



L'approccio costruttivo alla qualità: criteri, attività, strumenti necessari	Funzionalità	Costi	Facilità di uso	Espandibilità	Affidabilità	Efficienza	Provabilità	Manutenibilità	Portabilità	Robustezza	Supporto tecnico	Supporto commerciale
Analisi delle esigenze dell'utente e dei costi/benefici	●	●										
Analisi del mercato, della concorrenza, e dei prodotti similari	●	●	●									●
Analisi delle applicazioni, stesura del profilo utente	●		●	●		●						
Disegno di interfaccia utente orientata al problema dell'utente finale, con il massimo impiego di parole chiave, parametri e verbi il più possibile simili al linguaggio naturale	●		●									
Analisi dei modi di uso, e dei possibili errori	●		●		●					●		
Disegno di una diagnostica esaustiva e chiara	●		●		●					●		
Documentazione d'utente: testi di help in linea	●		●		●							
Costruzione di corsi, ove possibile in autoistruzione	●		●								●	
Disegno di architettura modulare; standardizzazione delle interfacce; impiego di componenti software standard	●	●	●	●	●	●	●		●			
Impiego di personale competente, esperto	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Standards di documentazione e di sviluppo	●			●	●	●	●	●	●	●	●	
Metodologie di analisi dei requisiti e del disegno	●	●			●	●						
Definizione di modelli, impiego di simulatori		●				●						
Prototipizzazione	●	●	●	●	●	●	●			●		
Librerie di supporto allo sviluppo; controllo delle modifiche		●			●			●				
Effettuazione sistematica di testing statico (revisioni, inspections)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Raccolta sistematica di dati su malfunzionamenti/difetti/errori			●		●	●		●		●		
Analisi dei malfunzionamenti	●		●		●	●				●	●	
Analisi dei difetti			●		●	●				●	●	
Analisi degli errori		●	●	●	●	●				●	●	
Definizione di una strategia di testing adeguata allo specifico progetto					●	●	●	●		●		
Progettazione e costruzione di strumentazione in supporto e al testing e al debugging		●			●	●	●	●		●	●	
Progettazione di tests per la verifica dell'installazione											●	
Costruzione di librerie di prove modulari e ripetibili		●			●	●	●	●		●		
Effettuazione sistematica del non-regression testing					●	●		●		●		
Impiego di linguaggi di alto livello		●			●		●	●	●			
Autodocumentazione dei programmi		●		●	●		●	●				
Progettazione e costruzione di strumenti di aiuto alla manutenzione in field e remota		●			●			●			●	
Corsi per l'utente		●	●								●	
Corsi per il personale di supporto e commerciale		●									●	●
Logistica dei servizi di supporto		●									●	●
Documentazione promozionale e pubblicitaria											●	●

e supporta il prodotto, è un fatto che l'utente guarda al prodotto anche attraverso la finestra di questi servizi, perché i suoi costi sono anche molto dipendenti dalla qualità di questi servizi. Anzi si può dire che per l'utente il prodotto software è "programmi più servizi".

L'efficienza di detti servizi è perció fondamentale per la soddisfazione dell'utente e per la costruzione di un'immagine di qualità elevata (Fig. 21).

Le misure su questi attributi riguardano tempi e i costi degli interventi nonché i costi unitari delle attività di formazione e supporto.

17. Il supporto commerciale

Per supporto commerciale si intende qui quell'insieme di aspetti - non necessariamente ben precisato - attraverso i quali l'utente percepisce un impegno deciso da parte del vendor a supportare il prodotto. Tra questi aspetti citiamo:

- l'ampiezza e la natura della campagna di lancio
- la rete di vendita
- la vicinanza e disponibilità del servizio tecnico di supporto
- la documentazione pubblicitaria
- la qualità grafica della documentazione tecnica
- la diffusione del prodotto
- le referenze

Tutti questi aspetti, non ben misurabili in modo quantitativo, incidono comunque in modo determinante sull'immagine del prodotto che l'utente si fa come "prodotto solido", "prodotto con cui non rischia", ecc., e sono qui citati come aspetti necessari per coronare con successo la diffusione di prodotti tecnicamente validi.

16. L'approccio costruttivo alla qualità

La tabella a lato vuol fornire una lista di criteri, di attività, di strumenti la cui effettuazione e impiego tempestivo durante il ciclo di vita aiuta in modo diretto al raggiungimento di alti livelli di qualità a costi minimi.

Ringraziamenti

Gli autori intendono riconoscere il grosso contributo ricevuto all'origine di questo lavoro nelle discussioni dettagliate, regolari e metodiche fatte su questi temi con il dr. G. Torriani, direttore della Direzione Ingegneria Software della HISI, e con tutto lo staff di management: M. Ardizzone, F. Cajani, L. Pinto, M. Rivolta, A. Vignoni, nonché con C. Barbaglio, A. Bardotti, E. Bertolotti, F. Faidutti, M. Karlin; e con i proff. G. Degli Antoni e M. Maiocchi dell'Istituto di Cibernetica dell'Università di Milano, nell'ambito del Communication and Programming Project (collaborazione tra HISI e Università di Milano); T. Zuanel per l'edizione del testo, D. Garibaldi per la grafica.

Questo lavoro è stato presentato (Milano, Aprile 1984) come contributo HISI al Progetto Finalizzato Informatica del CNR, sottoprogetto METOD.

Bibliografia

[ALBR79] A.J. Albrecht - Measuring Application Development Productivity - Proceedings of the Joint SHARE/GUIDE/IBM Application Development Symposium October 1979.

[ALBR83] A.J. Albrecth, J.E. Gaffney - Software Function, Source Lines of Code and Development Effort Prediction: a Software Science Validation. - IEEE Trans. on Software Engineering. Nov. 1983, vol. SE-9, no. 6

[ALLE80] A.J. Allen, C.H. Sauer, K.M. Chandy - Two Articles Dedicated to Queueing Models - Computer, April 1980

[BALL82] E. Ball, P. Hayes - A Test-bed for User Interface Design - Proc. Human Factors in Computer Systems. National Bureau of Standards, march 1982.

[BAR83] D.R. Barstow, H.E., Shrobe, E. Sandewall - Interactive Programming Environment - McGraw Hill 1983

[BASI80] V.R. Basili (Editor) - Tutorial on "Models and Metrics for Software Management and Engineering„ IEEE cat. no EHO-167-7 - IEEE September 1980

[BASI81] V.R. Basili, D.M. Weiss - Evaluation of a Software Requirement Document By Analysis of Change Data - Naval Research Laboratory, Washington D.C. 20375 (published at 5th International Conference on Software Engineering, IEEE Catalog no 81CH1627-9, pp. 314-324)

[BEHR83] C.A. Behrens - Measuring the productivity of Computer System Development Activities with Function points. IEEE Transaction on Software Engineering Nov. 1983, SE-9, no. 6

[BENB81] Benbasat, I. and Dexter, A.S. "An experimental study of the human computer interface". Comunications of the ACM, v. 24, no. 11, 1981

[BENB82] Benbasat, I. and Taylor, R.V. "Behavioral aspects of information processing for the design of management information systems". IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, v. 12, no. 4, 1982

[BOIE74] Boies, S.J. "User behaviour on an interactive computer system". IBM Systems Journal, no. 1, 1974

[BRAN81] Branscomb, L.M. - Foreword - The human side of computers - Introduzione al no. 2-1981 di IBM Systems Journal - (Si veda poi anche tutto questo numero che è tutto dedicato agli Human Factors)

[CARD80] Card S.K., Moran, T.P. & Newell, A. "The keystroke model for user performance time with interactive systems". Communications of the ACM, v. 23, no. 7, 1980

[CERI81] M. Ceriani, A. Cicu, M. Maiocchi - A Methodology for Accurate Software Testing Specifications and auditing - in Computer Program Testing (ed.s Chandrasekaran, Radicchi) - North Holland 1981

[CHRI81] K. Christensen, G.P. Fitsos, C.P. Smith - A perspective on Software Science - IBM System Journal vol. 20 no. 4 1981

[CICU81] A. Cicu - The Quality of a Computer Program: the User View and the Software Engineer View - in Computer Program Testing, B. Chandrasekaran and S. Radicchi (ed) - Sogesta (URBINO) ITALY - North Holland 1981

[CLAR81] Clark, I. A. "Software simulation as a tool for usable product design". IBM System Journal, v. 20, no. 3, 1981

[CORD82] Cordes, R.E. "Software guideline development: a proposed methodology". Proceedings: Human Factors in Computer Systems, National Bureau of Standards March, 1982

[CROS79] T.D. Crossman - Taking the measure of programmer productivity - Datamation May 1979 pp 144-147

[CURT79] B. Curtis, S.B. Sheppard, P. Milliman - Third Time Charm: Stronger Prediction of Programmer Performance by Software Complexity Metrics - Proc. of 4th International Conference on Software Eng. - 1979 pp 356-360

[CURT81] B. Curtis (editor) - Tutorial on Human Factors in Software Development - IEEE Computer Society - cat. no. EHO 185-9, 1981

[DZID78] Dzida, W. - Herda, S. - Itzfeldt, W. D. - User-perceived Quality of Interactive Systems - IEEE Transactions on Software Engineering, vol. SE-4, no. 4, July 1978

[EMBL81] Embley, D.W., and Nagy, G. "Behavioral aspects of text editors". Computing Surveys, v. 13, no. 1, 1981

[ENDR75] A. Endres - An Analysis of Error and their Causes in System Programs - IEEE Trans. on Software Eng., June 1975, 140-149

[FAGA76] M. E. Fagan - Design and Code Inspections to Reduce Errors in Program Development-IBM System Journal vol. 15, no. 3, 1976

[FERR78] D. Ferrari - Computer Systems Performance Evaluation - Prentice-Hall, Englewords Cliff, 1978

[FERR80] D. Ferrari, G. Serrazzi, A. Zeigner - Le Prestazioni degli Elaboratori elettronici - Franco Angeli 1980

[GOEL79] A. L. Goel and K. Okumoto, "Time-dependent error detection rate model for software reliability and other performance measures", IEEE Transactions on Reliability R-28, no. 3, 206-211 1979

[GOEL80] A.L. Goel, "Software error detection model with applications", Journal of Systems and Software 1, 234-249 1980

[HALL83] N.R. Hall, S. Preiser - Dynamic Complexity Measures for Software Design - Procc. of Total Systems Reliability Symposium Dec. 1983 - IEEE cat. no. 83 CH1980-2

[HALS77] M.H. Halstead - Elements of Software Science - Elsevier North Holland, N.Y. 1977

[HILT81] Hiltz, S.R. and Turoff, M. "The evolution of user behavior in a computerized conferencing system". Communication of the ACM, v. 24, no. 11, 1981

[HIRS81] Hirsch, R.S. "Procedures of the Human Factors Center at San Jose". IBM Systems Journal, V. 20 no. 2, 1981

[HOPP78] Grace Murray Hopper - Keynote Address to the ACM SIGPLAN Conference on the History of Programming Languages - SIGPLAN Notices, vol. 13, no. 8 August 1978 - stampate nuovamente in "History of Programming Languages" - R.L. Wexelblat, Editor - Academic Press. 1981

[IBM80]-The Management of Software Engineering - IBM System Journal - Vol. 19 no. 4, 1980

[IEEE729]-Software Engineering Terminology Standard IEEE Standard Std. 729-1983

[IEEE79]-Workshop on Quantitative Software Models for Reliability, Complexity and Cost: an Assessment of the State of the Art - IEEE cat. no. THO 067-9 1979

[IEEE81] Software Engineering Standards Application Workshop - August 1981 - San Francisco, California - IEEE Cat. no. 81 CH1633-7

[JELI72] A. Jeliski, P.B. Moranda - Software Reliability Research - Statistical Computer Performance Evaluation - W. Frieberger ed. New York - Academic Press 1972, pp. 465-484

[JONE77] I.C. Jones - Program Quality and Programmer Productivity - IBM Technical Report TR 02.764 1977

[JONE78] T.C. Jones - Measuring Programming Quality and Productivity - IBM System Journal Vol. 17, no. 1 1978

[JONE79] T.C. Jones - A Survey of Programming Design and Specification Techniques - Proc. of Specifications of Reliable Software - IEEE Cat. no. EHO 186-7

[LEDG80] Ledgard, H., et al. "The natural language of interactive systems". Communications of the ACM, v. 23 no. 10, 1980

[LIEN78] B.P. Lientz, E.B. Swanson, G.E. Topkins - Characteristics of Application Software Maintenance - Comm. of ACM - Vol. 21, no. 6, June 1978

[LIEN80] B.P. Lientz, E.B. Swanson - Software Maintenance Management - Addison Wesley Pub. - 1980

[LITT80] B. Littlewood, "Theories of software reliability: How good are they and how they can be improved", IEEE Transactions on Software Engineering SE-6, no. 5, 489-500 1980

[MART83] R. Martin (ed) Guidance on software Maintenance - NBS Special Publication 500-106-National Bureau of Standards - 1983.

[McCA76] T.J. McCabe - A Complexity Measure - IEEE Trans. on Software Engineering Dec. 1976 pp.308-320

[McCA81] T.J. McCabe - Structured Testing: A Testing Methodology using the McCabe Complexity Metric - May 8 - 1981 - Work funded by N.B.S. Institute for Computer Sciences and Technology - Contract AE8892

[McCA82] T.J. McCabe - Structured Testing: A Software Testing Methodology Using the Cyclomatic Complexity Metric - NBS special publication 500-99 Dec. 1982

[MILL72] H.D. Mills - On the statistical evaluation of computer programs FSC-72-6015 - IBM, FSD, 1972 (ripubblicato in MILL82)

[MILL76] H.D. Mills - Software Development - IEEE Trans on Software Eng. Vol. SE-2, no. 4 dec. 1976

[MILL77] E. Miller, Jr. - Program Testing: Art Meets Theory-Computer, July 1977

[MILL78] E. Miller, W. Holden (ed.) - Tutorial on Software Testing and Validation Techniques - IEEE cat. no. EHO 138-8 1978

[MILL80] H.D. Mills - Principles of Software Engineering (PART1 of IBM80)

[MILL81] E. Miller, J. Henderson, T. Mapp - Application of Structural Quality Standards to Software - Proc. of Software Engineering Standards Application Workshop - Aug. 1981 S. Francisco IEEE cat. no. 81 CH1633-7

[MILL82] H.D. Mills - Software Productivity - Little, Brown Computer Systems Series - 1983

[MISR83] P.N. Misra - Software Reliability Analysis - IBM Systems Journal - Vol. 22 - no. 3, 1983

[MOHA79] S.N. Mohanty - Models and Measurement for Quality Assessment of Software - ACM Computing Survey Vol. II no. 3 Sept. 1979

[MORA75] P.B. Moranda - Prediction of Software Reliability during debugging - Proceeding, 1975 Annual Reliability Maintainability Symposium - Jan. 1975

[MUSA75] I.D. Musa, "A theory of software reliability prediction and its applications", IEEE Transaction on Software Engineering SE-1, No. 3.312-327 1975

[MUSA80] J.D. Musa - The Measurement and Management of Software Reliability - Proc. IEEE 68 (9) 1980 pp. 1131-1143

[NEIL80] D. O' Neill - Software Engineering Program (in IBM80)

[NBS79] FIPS PUB 64 - Guidelines for Documentation of Computer Programs and Automated Data Systems for the Initiation Phase - (August 1, 1979)

[POWE82] P.B. Powell (ed.) - Software Validation, Verification and Testing Techniques and Tools Reference Guide NBS SP 500-93

[QUIN80] R.E. Quinnan - Software Engineering Management Practices - in IBM 80

[RAMA82] C.V. Ramamoorthy, F.B. Bastani - Software Reliability: Status and Perspectives - IEEE Trans. on Software Eng. Vol. SE-8, no. 4 July 1982

[ROSS76] D.T. ROSS - Homilies for Humble Standards - Communications of ACM, Nov. 1976 - Vol. 19

[ROSSI79] S. Rossini - HISItalia Approach to performances Evaluation and Computing Analysis - Proc. AICA Symposium, BARI (ITALIA), Ottobre 1979

[RZEV82] G. Rzevski - Identification of Factors which Cause Software Failures - Proc. of Annual Maintainability and Reliability Symposium, Juanuary 1982, Los Angeles - pp. 157

[SHNE80] B. Schneiderman - Software Psychology - Winthrop Publishers, Inc., Cambridge, MA, 1980

[SHOO83] M.L. Shooman - Software Engineering Design/Reliability/Management - McGrawHill - New York 1983

[SIGMXX] SIGMETRICS - L'intera collezione di "Performances Evaluation Review", che comprende anche i proceedings dei Symposia organizzati da ACM su questo argomento

[SRAS82] Software Research Associates - Comprehensive Test Coverage Measurements defined in Testing Techniques newsletter Vol. 5 no. 4 Nov. 1982 by SRA, P.O. Box 2432, S. Francisco CA 94126

[THAD81] A.J. Thadhani - Interactive User productivity-IBM System Journal Vol. 20 no. 4 1981

[YOUR79] E. Yourdon - Structured Walkthroughs - Prentice Hall 1979

[WEIS82] D.M. Weiss - A Comparison of Errors in Different Software Development Environments - NRL Report 8598 (July 14, 1982) - Naval Research Laboratory, Department of the Navy - Washington D.C. 20375

Qualità attraverso l'informatica

GIULIO OCCHINI

Honeywell Information Systems Italia
Milano

1. Introduzione

Il moderno concetto di qualità porta a considerarla non più come uno dei tanti attributi dei prodotti fabbricati dalla azienda ma piuttosto come un fattore strategico del suo sviluppo organizzativo finalizzato a garantire con più efficacia il conseguimento degli obiettivi istituzionali (migliore livello di prestazioni, maggiore redditività, mercato piu vasto, etc.).

Da un punto di vista sistemico, questa nuova impostazione comporta che siano stabilite delle strette interconnessioni tra qualità e struttura organizzativa e tali interconnessioni non possono prescindere dalla infrastruttura di comunicazione che sottende tutte le funzioni aziendali.

Scopo di questo articolo è di suggerire alcuni temi di riflessione e di eventuale futura ricerca relativi al potenziale di miglioramento della qualità globale attribuibile ai processi di automazione del sistema informativo aziendale.

2. Informazione e comportamento organizzativo

Nel 1983 J.R. Galbraith [1] dava una interpretazione del ruolo organizzativo della informazione che si può affermare abbia fatto testo.

Secondo la tesi di Galbraith, l'informazione è lo strumento di risoluzione dell'incertezza. Quando le organizzazioni si trovano a fronteggiare livelli crescenti di incertezza possono adottare (vedi fig. 1) sia la strategia di forzare una riduzione (o contenimento) delle loro attività di trattamento informazioni, sia quella opposta di potenziare la loro capacità in tal senso.

Delle due strategie, la prima comporta evidentemente l'accantonamento di risorse (di uomini, di materiali, di denaro) per poter far fronte alle evenienze impreviste e una struttura organizzativa che faciliti la loro rapida mobilitazione quando e dove risulti necessario.

La seconda richiede invece lo sviluppo di sistemi informativi di pianificazione e controllo (cioè gerarchici e strutturati) nonchè la adozione di strutture (fig. 2) che agevolino lo scambio di informazioni di tipo interfunzionale (cioè non gerarchiche e, in genere, poco strutturate).

L'obiettivo è di conferire alla organizzazione una capacità di reazione, per così dire, in "tempo reale" di fronte all'imprevisto (e, per definizione, imprevedibile), mettendola in grado di allocare le risorse là dove, di volta in volta, risulti più opportuno.

Si tratta cioè, in questa seconda strategia, che dal punto di vista economico è chiaramente da preferire, di investire in capacità di coordinamento organizzativo.

3. Informatica per la qualità

L'informatica, come disciplina preposta al trattamento automatico delle informazioni, trova evidentemente, in questa teoria di Galbraith, una precisa ragione d'essere economica che ne giustifica l'enorme diffusione degli ultimi anni.

Ma è anche chiaro, alla luce delle considerazioni fatte, quale possa (o debba) essere il suo rapporto con la qualità della gestione aziendale.

Se la qualità va intesa, non come uno dei tanti parametri secondo cui valutare il risultato di una qualsiasi attività aziendale, ma piuttosto come la sua intrinseca capacità di conformarsi ai requisiti del destinatario di tali risultati, sia quest'ultimo rappresentato dal cliente della azienda o da un'altra sua unità organizzativa interna, ebbene è proprio tale adeguatezza che la razionalizzazione del processo informativo indotta dalla automazione è potenzialmente in grado di garantire.

Addirittura, nella formulazione di Galbraith sembra quasi di poter cogliere, in anticipo di dieci anni, la moderna distinzione tra informatica di organizzazione e informatica individuale.

La prima può infatti venir oggi collegata ai sistemi informativi "verticali" nei quali la tecnologia dell'elaborazione dati si configura come una vera e propria tecnologia organizzativa [2] capace di ottimizzare l'impiego delle risorse nei processi produttivi.

La seconda, invece, con le sue connotazioni di supporto alla attività manageriale/specialistica e, in particolare, a quella di comunicazione sembra prestarsi egregiamente al potenziamento degli scambi "laterali" di informazioni.

La posta elettronica, la "agenda" in-

Riduzione del bisogno di elaborare informazioni	**- Accantonamenti di risorse** **- Strutture "autosufficienti"**
Aumento della capacità di elaborare informazioni	**- Sistemi informativi "verticali"** **- Strutture di relazione "laterali"**

Fig. 1 - Strategie organizzative per ridurre l'incertezza. (Fonte: Galbraith, 1973)

Rapporti diretti tra le persone coinvolte in un problema indipendentemente dalla loro collocazione nella struttura organizzativa aziendale.
Gruppi di coordinamento istituzionali o a tempo
Product / Program / Project Manager
Organizzazioni a matrice

Fig. 2 - Strutture di coordinamento interfunzionale. (Fonte: Galbraith, 1973)

dividuale e di gruppo, il centralino elettronico "intelligente" (EPABX), sono tutti strumenti resi disponibili da questo secondo tipo di informatica che hanno come obiettivo di facilitare e "sburocratizzare" le attività di coordinamento liberandole dalla "sclerosi" di rigide strutture organizzative.

La automazione dell'ufficio, che della informatica individuale é certamente oggi la componente più attuale, ha sempre dato luogo, dove è stata applicata con successo, a significative riduzioni dei livelli gerarchici della struttura aziendale con evidenti benefici, oltre che di costi, di qualità decisionale (fig. 3).

Nei paragrafi seguenti si tenterà di dare a queste considerazioni qualitative un valore quantitativo riferendoci ad aziende sia di tipo manifatturiero che di servizio. Nel primo caso presentando i risultati di tipiche applicazioni di informatica di organizzazione, nel secondo inquadrando il ruolo che in esse deve giocare la qualità e, in tale ambito, richiamando i cambiamenti indotti dalla tecnologia informatica.

4. L'informatica come strumento di qualità nelle aziende manifatturiere

Il tipo di intervento che si esamina in questo paragrafo non si riferisce al processo di produzione vero e proprio, oggetto della cosidetta "automazione industriale", ma a quello di razionalizzazione del flusso informativo che, dagli approvvigionamenti ai prodotti finiti e ai clienti, controlla il corretto svolgersi di tutte le funzioni aziendali.

Tale flusso, detto anche "sistema informativo", costituisce, in una visione di tipo cibernetico, il collegamento necessario tra le attività primarie della azienda (rivolte, in questo caso, alla produzione di beni) e il suo sistema di regolazione.

La correlazione tra livello di informatizzazione organizzativa e qualità della gestione aziendale è stato a suo

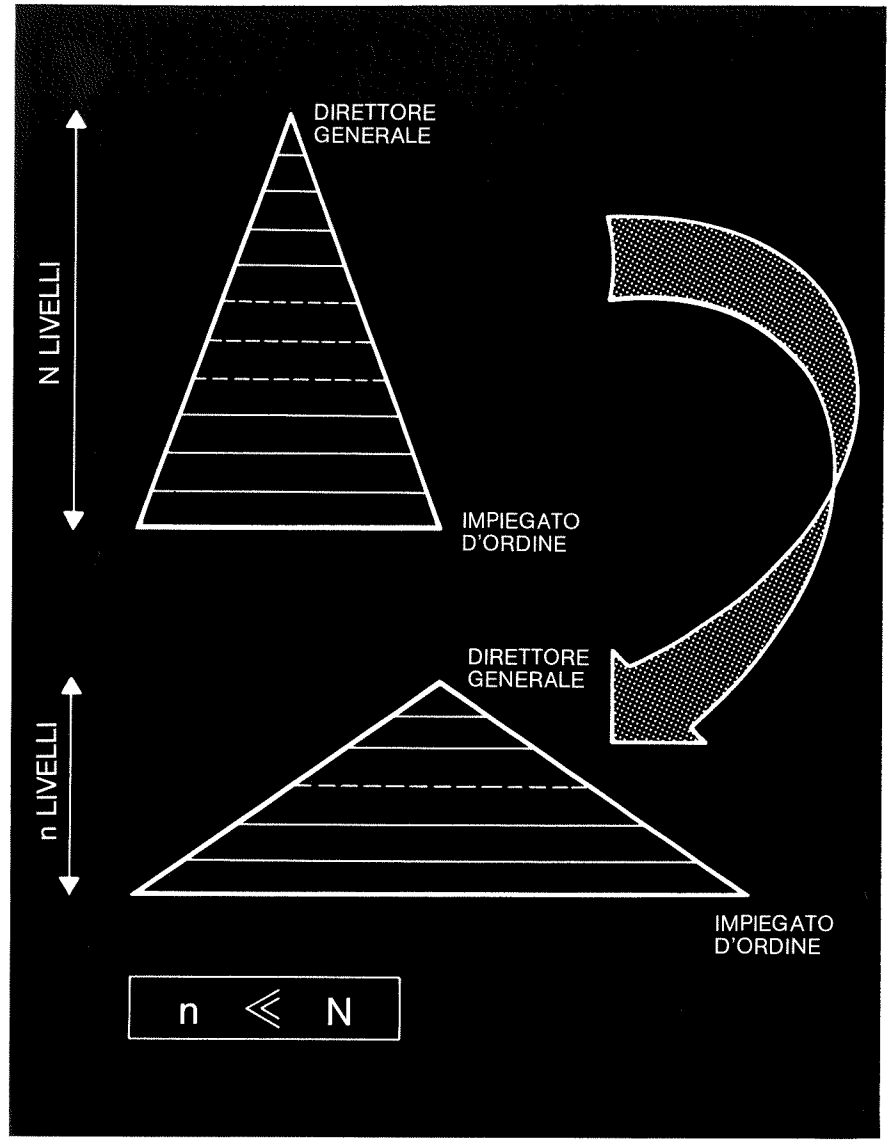


Fig. 3 - Semplificazione della struttura organizzativa conseguente alla automazione di ufficio.

tempo documentato [3] e si presenta come in fig. 4.

La tabella si riferisce ad una indagine condotta su un campione di aziende manifatturiere a produzione discreta (di tipo metalmeccanico) rappresentative, per dimensione e per struttura, del panorama industriale italiano. L'esame comparato, per ciascuna area applicativa (magazzino, ordini a fornitori, ordini a clienti, produzione), del valore medio assunto da alcuni indicatori di gestione in corrispondenza ai vari livelli (a alle varie fasi) di automazione mette bene in luce la connessione che si stabilisce tra processo di informatizzazione e qualità (efficacia) gestionale.

Dalla tabella si evince, ad esempio, che il trattamento automatico di tipo interattivo del flusso di materiali (da quelli di acquisto ai semilavorati ai prodotti finiti) comporta mediamente, rispetto a quello manuale, un miglioramento del 48,6% della rotazione annua, una riduzione del 63,6% del livello di immobilizzo del capitale circolante ed un contenimento degli addetti pari al 71%.

Considerazioni analoghe possono farsi per le altre aree elencate nella tabella. Va sottolineato esplicitamente come si tratti di una rilevazione statistica e quindi le indicazioni che ne abbiamo tratto vadano intese come medie; in casi specifici, i risultati possono essere molto migliori (o peggiori) a seconda dei criteri con cui, dal punto di vista organizzativo, l'intervento viene attuato.

5. L'informatica come strumento di qualità nei servizi

Nella moderna accezione la qualità è il risultato di una ottimizzazione dei processi che producono il servizio.

In altre parole, è necessario che la qualità non derivi dalla esistenza di controlli più o meno severi ma piuttosto dal fatto che i processi di produzione siano stati progettati in modo tale da generarla intrinsecamente.

Nelle attività di servizio, il trattamento informazioni assume una importanza ancora maggiore che in quelle manifatturiere ed è quindi ancora più importante in esse il ruolo giocato dall'informatica che, sottraendo all'uomo le parti più procedurali della effettuazione del servizio, elimina implicitamente una vasta gamma di possibili errori.

L'ingresso dell'informatica nelle attività terziarie è alla base di due fenomeni straordinariamente impor-

AREA	INDICATORE DI EFFICIENZA	LIVELLO DI AUTOMAZIONE				
		MANUALE	MANUALE BATCH	BATCH	BATCH/ TP	TP
MAGAZZINO	Fatturato / Valore magazzino	3.6	3.64	4.21	4.31	5.35
	Valore magazzino / Capitale circolante	–	1.5	1.37	1.03	0.55
	% Addetti / Totale impiegati	–	6.2	4.4	4.1	1.8
ORDINI FORNITORI	Fatturato / Valore magazzino	3.93	–	4.36	–	5.67
ORDINI CLIENTI	Magazzino / Capitale circolante	1.27	–	1.12	–	1.00
	% Addetti / Totale impiegati	6.4	–	6.2	–	5.2
PRODUZIONE	% Addetti / Totale impiegati					
– distinta base		14.7	–	10.1	–	8.0
– contab. ind.		2.7	–	1.6	–	1.0

Fig. 4 - Informatica e qualità della gestione nelle aziende manifatturiere.

tanti ai fini della qualità e della evoluzione delle professioni:

- la divaricazione tra servizi a basso e ad alto valore aggiunto
- la "disintermediazione"

6. Servizi a basso e ad alto valore aggiunto

Per parlare di questo tema l'approccio forse più convincente è quello di analizzare cosa è avvenuto e sta avvenendo nel mondo degli Istituti di Credito (vedi fig. 5).

Quella bancaria è una tipica attività di servizio in cui il trattamento delle informazioni ha un peso dominante (più del 50% dei costi totali) e che vanta la esperienza maggiormente consolidata nell'impegno delle tecnologie informatiche. Gli elaboratori entrano massicciamente nella banca durante gli anni '60 per sostituire l'uomo con maggiori garanzie di precisione (e quindi di qualità) nelle attività di retrosportello relative al trattamento assegni, depositi, effetti, ecc.

Si può forse dire che in quell'epoca l'elaboratore rappresentasse per la banca l'analogo della catena di montaggio della fabbrica e, come quest'ultima, richiedesse attente analisi di bilanciamento in funzione dei volumi di lavoro e dei tempi di elaborazione richiesti.

Successivamente (anni '70) le possibilità di integrazione rese disponibili dalle tecnologie informatiche ne allargano il campo di applicazione portando i terminali direttamente sul banco di vendita dei servizi bancari: lo sportello.

Negli anni '80 si apre una nuova fase che tende ad individuare due filoni distinti nelle attività di servizio erogate dalla banca:

- quello dei servizi a basso valore aggiunto o "self-service" cui il cliente può accedere tramite i cosiddetti sportelli automatici
- quello ad alto valore aggiunto di carattere consulenziale che richiedono una interazione personale diretta tra il cliente e l'esperto.

Nella seconda metà di questa decade, con la disseminazione di personal nelle case, i servizi a basso valore aggiunto o "self-service" potranno essere forniti direttamente a domicilio mentre uno spazio sempre maggiore tenderanno ad assumere, nella economia della banca, quelli ad alto valore aggiunto che richiedono nuove professionalità.

Lo specchietto allegato (fig. 6) dà un'indicazione quantitativa sui problemi di riqualificazione del personale che questa evoluzione tecnologica (e organizzativa) sta suscitando e che non è qui il caso di approfondire.

Il ruolo dell'informatica in questo settore è evidentemente finalizzato a garantire da una parte la qualità dei servizi self-service, tramite la loro automazione e, dall'altra a dare un supporto informativo ed elaborativo efficace ai consulenti finanziari perchè la loro prestazione sia la più efficace possibile in termini di sicurezza e di marketing.

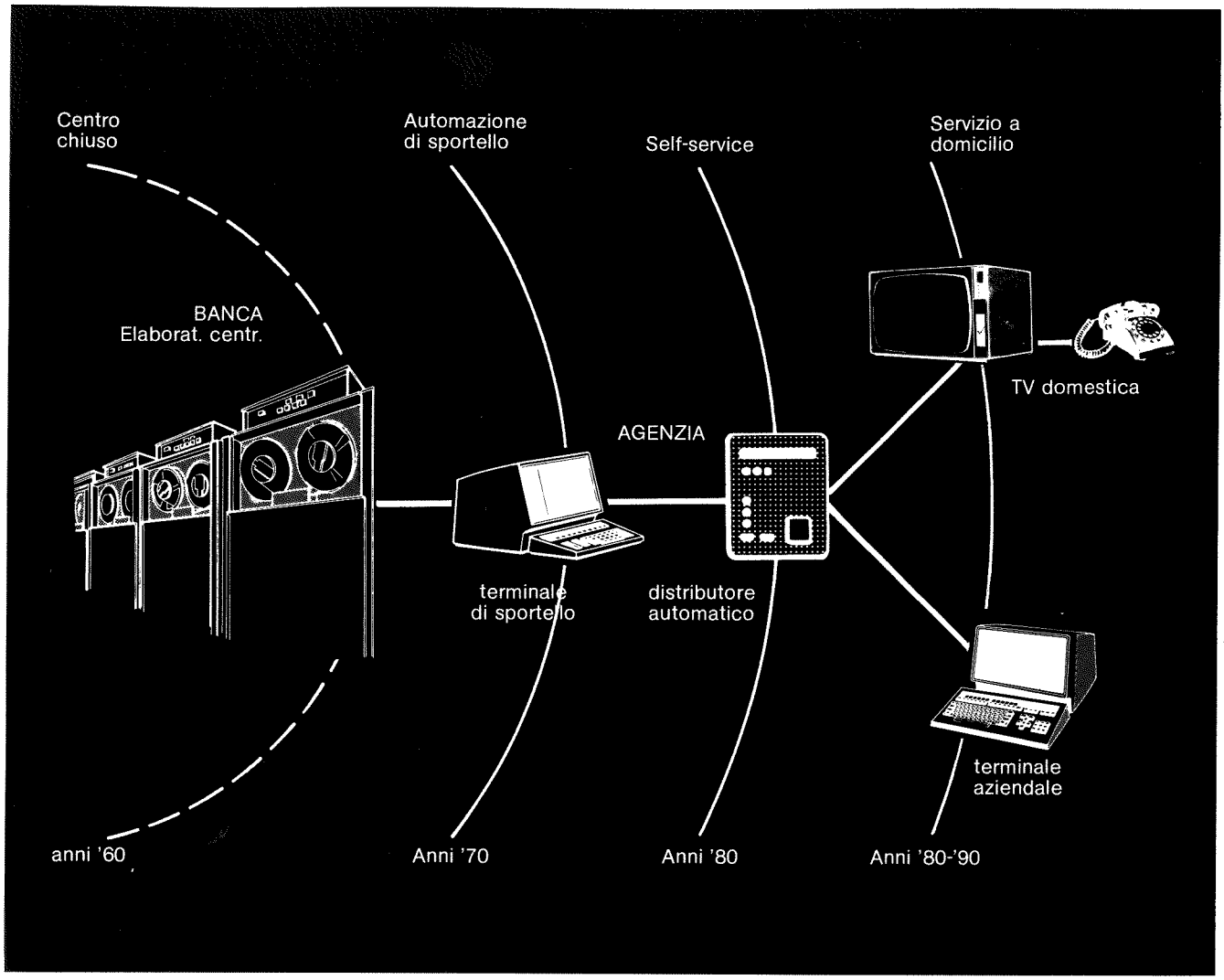


Fig. 5 - L'evoluzione della informatica bancaria.

Fig. 6 - Evoluzione dei ruoli bancari. (Fonte: PACTEL, 1980).

ANNI '70	
RAPPORTI CON CLIENTI 30%	**SUPPORTO** 30%
DIREZIONE 10%	**PRODUZIONE** 30%
ANNI '80 - '90	
RAPPORTI CON CLIENTI 60%	**SUPPORTO** 15%
DIREZIONE 20%	**PRODUZIONE** 5%

L'esempio dell'Istituto di Credito ha un valore esclusivamente paradigmatico.

Considerazioni del tutto analoghe potrebbero farsi per la evoluzione dei servizi amministrativi, così come per quelli sanitari.

In questi casi però la illusione, estremamente pericolosa dal punto di vista dei costi sociali, di poter prescindere, almeno in parte, dalla qualità, è la causa di una loro più lenta maturazione nell'impiego della tecnologia.

7. La disintermediazione

Nel corso del processo di espansione economica delle società occidentali protrattosi sino alle crisi energetiche degli anni '70, si è manifestata una esplicita tendenza ad aumentare le distanze tra i vari componenti del sistema (produttori, distributori, consumatori) creando servizi "intermedi" di raccordo, di "intermediazione" appunto.

Il rallentamento dello sviluppo (o il suo riorientamento) suggerisce oggi di rivedere i meccanismi di intermediazione e, in alcuni casi, di ridiscutere la loro stessa ragion d'essere con lo scopo di rendere più efficiente il processo di scambio economico e sociale.

Questa revisione non può certamente prescindere dalla cosiddetta "società informatica", prospettiva che è diretta conseguenza della diffusione degli elaboratori, degli sviluppi nelle reti di comunicazione e della proliferazione delle banche dati accessibili direttamente da terminale.

Si è già detto come uno degli effetti più cospicui della automazione di ufficio sia la riduzione dei livelli gerarchici; tale riduzione avviene grazie alla capacità della informatica individuale di "disintermediare" i rapporti relazionali.

D'altra parte, nell'esempio precedentemente citato degli Istituti di Credito, i servizi "self-service" altro non fanno che eliminare il tramite umano tra utente e dati di sua pertinenza, semplificando l'iter procedurale e garantendone quindi la qualità.

Ma altri esempi potrebbero essere citati:

- la scelta di prodotti in base a catalogo consultabile a domicilio e la loro ordinazione come "pagamento" tramite giroconto a credito del fornitore, effettuato da terminale senza necessità di contatto tra cliente, venditore e banca;
- la stipula di polizze di assicurazione quasi standard (RCA, incidenti, incendi, etc.) direttamente con la compagnia senza passare tramite l'agente, usando il terminale per esaminare le offerte, effettuare le scelte, pagare il premio, ottenere la polizza e valersene in caso di incidente senza muoversi da casa propria;
- ecc.

8. Il ruolo dell'informatica nella formazione e riqualificazione professionale

Ma l'esempio di "disintermediazione" forse più significativo sia per il suo impatto sociale che per il salto di qualità che potrebbe indurre nell'efficienza economica è quello rappresentato dai sistemi di informatica didattica.

La tabella precedente (fig. 6) relativa alla trasformazione dei ruoli bancari mette in luce come uno dei problemi cruciali della nostra epoca sia costituito dalla necessità di un servizio di "aggiornamento" culturale e professionale non limitato al periodo propriamente scolastico ma esteso, come processo di formazione permanente e autonomo (senza cioè, intermediazioni istituzionali), lungo tutto l'arco della vita attiva.

I sistemi di informatica didattica realizzano una comunicazione interattiva individualizzata tra elaboratore ed uomo avente lo scopo di trasmettere contenuti istruzionali con effetti collaterali di condizionamento-educazione (secondo la teoria di Wittegenstein del "gioco linguistico") e sociali (secondo la teoria dei media di Mc Luhan).

Alcune osservazioni di commento.

La comunicazione è "interattiva" in quanto il colloquio tra uomo e macchina è bidirezionale ed è "individualizzata" in quanto si svolge con modalità diverse a seconda delle precedenti conoscenze del discente e tenendo conto in modo personalizzato del suo ritmo di apprendimento.

Nel mondo del lavoro (ma anche in quello della scuola) i sistemi di informatica didattica possono condurre l'allievo da uno stato iniziale di conoscenza e competenza minime, considerate come prerequisito e accertato tramite test di ingresso, ad uno stato finale caratterizzato dal possesso acquisito di determinate conoscenze o abilità che consentano di svolgere una "performance" osservabile.

Il cammino di acquisizione di dette abilità è diversificato da allievo ad allievo.

Dal punto di vista organizzativo i Sistemi di informatica didattica presentano alcune caratteristiche salienti:

- sono decentrabili a livello di elaboratori personali
- non richiedono intermediazioni (i docenti convenzionali)
- sanno adattarsi a notevoli difformità culturali della popolazione discente.

Queste caratteristiche rendono i sistemi di informatica didattica l'unico strumento capace in prospettiva di far fronte, con la dovuta qualità di servizio e nei volumi richiesti, alle esigenze di riqualificazione professionale create dal processo di mutamento in corso.

9. Conclusione

Si è voluto, in questo articolo, richiamare alcuni aspetti del rapporto qualità-informatica, rapporto che va, in ogni caso, mediato dalla componente di organizzazione.

L'autore ritiene che sui temi qui appena accennati possa essere di grande utilità, per lo stesso rilancio del sistema economico italiano, un lavoro di approfondimento che conduca ad estendere, in modo originale, i concetti di qualità globale e gli strumenti operativi connessi (circoli di qualità, gruppi di progetto) alle attività che trovano nel trattamento delle informazioni il loro presupposto imprescindibile. Prima di tutto,

quindi, nelle attività amministrative e di servizio e in quelle del cosidetto terziario avanzato di cui tanto oggi si parla e si scrive.

10. Bibliografia

[1] J.R. Galbraith, *Designing Complex Organizations,* Addison-Wesley, Reading (Mass), 1973

[2] P.C. Maggiolini, *Le dimensioni economiche dell'automazione di ufficio,* in "L'automazione del lavoro di ufficio" (a cura di G.P. Bracchi), Etas Libri, 1984

[3] B. Spataro, *L'elaborazione elettronica nella industria manifatturiera italiana,* Quaderni di Informatica, 9, 1978

Spedizione in abbonamento postale a tariffa intera/Milano